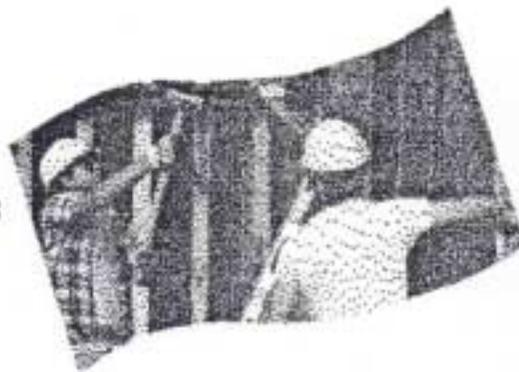


# Travail en hauteur et sécurité dans le coffrage conventionnel

Étude des situations de coffrage de murs  
et de coffrage de dalles  
avec échafaudages portants

Georges Toulouse  
Denise Chicoine

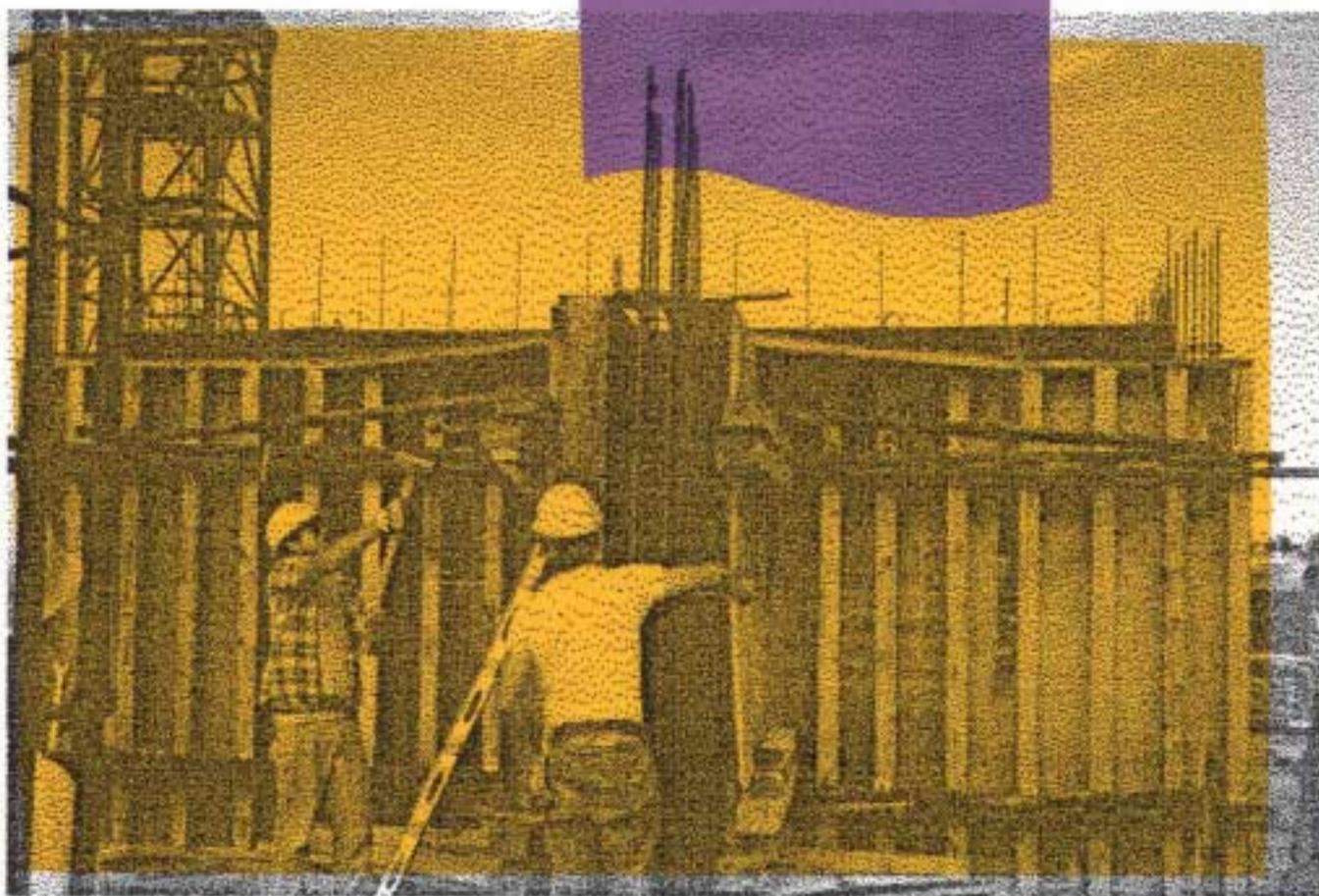
# ÉTUDES ET RECHERCHES



Mars 1989

RA-019

RAPPORT



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

## La recherche, pour mieux comprendre

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

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

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

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

### ATTENTION

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

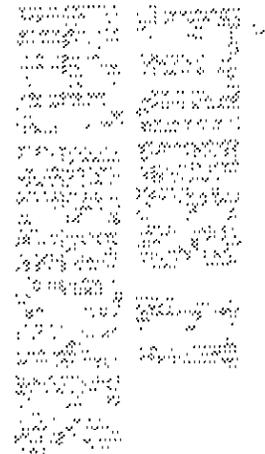
Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec

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

# **Travail en hauteur et sécurité dans le coffrage conventionnel**

## **Étude des situations de coffrage de murs et de coffrage de dalles avec échafaudages portants**

**Georges Toulouse et Denise Chicoine  
Programme sécurité-ergonomie, IRSST**



**RAPPORT**

## REMERCIEMENTS

Faire des remerciements est toujours un moment privilégié qui permet de prendre du recul et regarder le chemin parcouru. Se remémorer les bons et les moins bons moments et se souvenir de l'aide apportée par les personnes qui, à des degrés divers, ont contribué à la réalisation de cette recherche.

Une pensée particulière, tout d'abord, pour les charpentiers-menuisiers, manoeuvres, contremaîtres et surintendants avec qui nous avons partagé la vie de chantier pendant plusieurs semaines. J'espère qu'en retour de leur collaboration, cette étude permettra d'améliorer leur condition de travail et diminuer les accidents qui constituent toujours un drame humain, social et économique.

Important, également, a été le support des représentants syndicaux et patronaux qui nous ont permis, lors de rencontres, de mieux comprendre le milieu de la construction, et nous ont facilité l'entrée aux chantiers.

Cette recherche constitue également le résultat d'un travail d'équipe. Initié avec les encouragements de M. R.P. Langlois, alors directeur du programme, M. J.-M. Lalancette, son successeur, nous a apporté le soutien nécessaire à sa réalisation. Il faut souligner le rôle essentiel de MM. S. Ricard et A. Lan, ingénieurs civils. Ils ont participé à la fois aux choix des chantiers et ont toujours été ouverts pour nous fournir des explications et discuter du contenu technique et organisationnel du travail. Nous avons également bénéficié des compétences en informatique de M. D. Champagne et des qualités des secrétaires du programme Sécurité-ergonomie, S. Tremblay et A. Apponi.

## SOMMAIRE

### TRAVAIL EN HAUTEUR ET SÉCURITÉ DANS LE COFFRAGE CONVENTIONNEL

L'industrie de la construction faisant partie du premier groupe prioritaire, la Commission de la santé et de la sécurité du travail nous a mandatés pour effectuer des recherches visant à la prévention des accidents dans ce secteur industriel.

Cette industrie comporte un nombre important de métiers et d'occupations. Aussi, afin de cerner un sujet de recherche, nous avons choisi, après consultation, le métier de charpentier-menuisier à cause du nombre d'accidents, de l'importance de la main-d'oeuvre, de son accessibilité et de sa représentativité. Le sujet étudié concerne le travail en hauteur qui comporte la réalisation d'activités soumises à des contraintes d'équilibre pouvant entraîner des chutes mais aussi des frappés par ou des heurtés. Le travail en hauteur constitue également une caractéristique commune à plusieurs métiers de la construction.

Le travail en hauteur doit être étudié en prenant en compte les particularités du travail dans la construction. Celui-ci se caractérise par la transformation de l'espace qui nécessite le renouvellement permanent des situations de travail, c'est-à-dire des conditions immédiates de travail. Cela signifie de faire suivre les équipements, de fabriquer, à partir des matériaux, les moyens d'accès et les surfaces de travail en hauteur. De leur adaptation vont dépendre les conditions de sécurité.

L'étude a donc pour objectif d'analyser les conditions de sécurité relatives aux équipements et matériaux utilisés comme moyen d'accès et surface de travail en hauteur, ainsi que de comprendre comment ils sont choisis. Les résultats vont permettre de proposer des moyens de prévention.

Les observations ont été réalisées sur trois chantiers de coffrage (deux bâtiments de 4 étages et 1 bâtiment de 15 étages). L'étude traite plus spécifiquement du travail en hauteur lors du coffrage de dalle avec des échafaudages portants et du coffrage conventionnel pour murs. Malgré la présence de coffrage-outil, le coffrage conventionnel est encore utilisé sur les chantiers dont le nombre d'étages est peu élevé ou lors du coffrage des étages au sous-sol.

Les résultats de l'étude montrent qu'une grande variété d'équipements et de matériaux servent de moyens d'accès et de surface de travail en hauteur (échafaudages portants, échelles, tabourets, feuilles de contre-plaqué, madriers, tables à scier, structures de coffrage, acier d'armature, etc.).

Les équipements et matériaux qui permettent de travailler dans des positions plus stables (plancher d'échafaudage, de contre-plaqué) ne peuvent pas toujours être utilisés. Particulièrement, du fait

## SOMMAIRE (suite)

de la rapidité de renouvellement des situations de travail, de l'espace restreint, du manque de solidité des bases d'appui ou de l'ouverture d'accès à la dalle. Dans ces situations, le charpentier-menuisier doit utiliser des surfaces de travail nécessitant davantage de positions de travail instables, sources d'incidents que nous avons relevés et d'accidents.

La plupart des équipements et tous les matériaux sur le chantier servent directement à la construction. Ils ne sont pas dédiés au départ à servir de moyens d'accès ou de surfaces de travail en hauteur. Les échafaudages présents sur le chantier sont des échafaudages conçus pour servir de structure portante et non d'échafaudage de service.

L'échelle est considérée comme un équipement de travail en hauteur, cependant son danger est reconnu par les diverses normes qui en limitent la durée d'utilisation ou même la déconseillent pour travailler et recommandent plutôt l'utilisation d'échafaudage de service. En effet, l'échelle est conçue principalement comme moyen d'accès, sa conception ne la favorise pas comme surface de travail en hauteur. Il s'agit d'un équipement peu stable qui oblige à la fixité des pieds dans l'axe horizontal, ce qui se traduit par de nombreuses rotations du tronc. Aussi, les charpentiers-menuisiers, dans plusieurs situations, préfèrent travailler sur des plates-formes de contre-plaqué ou de madrier qui permettent une meilleure mobilité de la posture pour exécuter le travail, même si les conditions d'insécurité et les contraintes d'équilibre sont plus importantes.

Le choix des équipements et des matériaux semble être fait en fonction de la construction du coffrage lui-même et non des besoins pour exécuter le travail. En terme de prévention, ces résultats nous amènent à certaines propositions. Il apparaît tout d'abord important de prévoir les besoins en équipements et matériaux spécifiques pour servir de surface de travail en hauteur avant même le début des travaux. Cette prévision est possible à partir des plans et une fois le choix de la technique de coffrage connue, et en bénéficiant de l'expérience du personnel de chantier. Concernant la conception d'équipements, les manufacturiers devraient être mieux informés pour prendre en considération les diverses fonctions des équipements qu'ils construisent. Ainsi, l'échafaudage portant n'est pas simplement une structure portante, mais également un échafaudage de service. Des modifications de la conception de l'échelle permettraient de l'utiliser plus sécuritairement comme surface de travail en hauteur.

Ces recommandations permettent de dégager des orientations concrètes où l'amélioration des conditions de sécurité est directement reliée à l'amélioration de l'exécution du travail sur le chantier.

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
REMERCIEMENTS.....	i
SOMMAIRE.....	iii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
<b>CHAPITRE 1 - Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 2 - L'apport de l'ergonomie à l'étude de la sécurité .....</b>	<b>3</b>
2.1 Les méthodes centrées sur le risque .....	3
2.1.1 L'identification des sources de danger .....	4
2.1.2 Le jugement d'experts .....	4
2.1.3 La recherche des désordres, défauts ou autres déviations .....	5
2.2 L'ergonomie, méthode centrée sur le travail .....	6
<b>CHAPITRE 3 - Les caractéristiques du travail de charpentier-menuisier de coffrage .....</b>	<b>9</b>
3.1 Les particularités du travail dans la construction .....	9
3.2 Le travail de charpentier-menuisier .....	11
<b>CHAPITRE 4 - Le modèle d'analyse .....</b>	<b>13</b>
4.1 L'analyse de l'insécurité .....	13
4.2 Les origines de l'insécurité .....	14
<b>CHAPITRE 5 - Méthodologie .....</b>	<b>15</b>
5.1 La preuve scientifique en ergonomie .....	15
5.2 L'étude des contraintes d'équilibre .....	16
5.3 La relation entre les contraintes d'équilibre et les accidents .....	17
5.4 Le choix des équipements et des surfaces de travail en hauteur .....	18
5.5 Le choix des chantiers et des situations de travail .....	18
5.5.1 Le choix des chantiers .....	18
5.5.2 Les situations de travail observées .....	19
5.6 Le recueil des données .....	20

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

	<u>Page</u>
<b>CHAPITRE 6 - Coffrages pour planchers avec échafaudages portants .....</b>	<b>23</b>
6.1 Technologie du coffrage pour planchers avec échafaudages portants .....	23
6.1.1 Utilisation .....	23
6.1.2 Composition des échafaudages portants .....	24
6.1.3 Le montage des échafaudages portants .....	27
6.2 Les charpentiers-menuisiers observés .....	28
6.3 Planchers et surfaces de travail sur les échafaudages .....	29
6.4 Insécurité du travail sur les échafaudages portants .....	31
6.4.1 Plancher d'échafaudage et réglementation .....	31
A) L'utilisation de la structure d'échafaudage comme seul appui des pieds .....	31
B) La qualité du bois du plancher d'échafaudage .....	32
6.4.2 Les contraintes d'équilibre lors du travail sur l'échafaudage .....	33
A) Méthode d'analyse des résultats .....	33
B) L'augmentation du polygone de sustentation ..	33
C) La position du dos .....	39
D) Conclusion de l'analyse des contraintes d'équilibre .....	47
6.4.3 Les incidents lors du travail sur l'échafaudage .....	48
6.5 Le choix des matériaux servant de surface de travail sur les échafaudages .....	50
6.5.1 Les stratégies de renouvellement des surfaces de travail en hauteur .....	50
6.5.2 La rapidité de renouvellement de la situation de travail .....	56
6.5.3 La disponibilité des matériaux de construction ..	58
A) La proximité relative des matériaux de la situation de travail .....	58
B) La disponibilité des matériaux .....	59
6.5.4 Les variations architecturales et l'intervention du contremaître .....	61
6.5.5 Conclusion de l'analyse du choix des matériaux servant de surface de travail sur les échafaudages .....	63
6.6 Conclusion .....	64

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

	<u>Page</u>
<b>CHAPITRE 7 - Coffrage conventionnel pour murs .....</b>	<b>67</b>
7.1 Technologie du coffrage conventionnel pour murs..	67
7.2 Les charpentiers-menuisiers observés .....	69
7.3 Équipements et matériaux servant de surface de travail en hauteur .....	71
7.4 Insécurité du travail en hauteur lors du coffrage conventionnel pour murs .....	71
7.4.1 Surface de travail en hauteur et réglementation..	71
A) Les échelles .....	73
B) Les échafaudages métalliques .....	76
C) Les plates-formes en bois .....	76
D) La structure de coffrage .....	77
7.4.2 Les contraintes d'équilibre .....	77
A) Méthode d'analyse des résultats .....	77
B) L'augmentation du polygone de sustentation ..	79
C) La posture debout penchée .....	80
D) La posture debout en torsion .....	81
E) Conclusion de l'analyse des contraintes d'équilibre .....	82
7.4.3 Les incidents .....	82
7.4.4 Conclusion au sujet de l'insécurité du travail en hauteur lors du coffrage conventionnel pour murs .....	84
7.5 Choix des équipements et des matériaux servant de surface de travail en hauteur .....	87
7.5.1 Limites d'utilisation des échafaudages portants comme échafaudages de service .....	87
7.5.2 L'influence de la solidité du plancher recouvrant l'ouverture de la cage d'ascenseur ou d'escalier .....	90
7.5.3 La configuration de l'espace architectural .....	93
A) L'étroitesse de l'espace .....	93
B) Les ouvertures d'accès à la dalle .....	93
7.5.4 L'entreposage des matériaux sur la dalle .....	95
7.5.5 La coordination spatio-temporelle des tâches ....	95
7.5.6 Disponibilité des équipements: critères de choix des charpentiers-menuisiers et règles prescrites d'utilisation .....	98
A) Les critères de choix des charpentiers-menuisiers .....	98
B) Règles prescrites d'utilisation des échelles et échafaudages .....	100
7.6 Conclusion .....	103

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

	<u>Page</u>
<b>CHAPITRE 8 - Synthèse des résultats et discussions .....</b>	<b>107</b>
8.1 L'insécurité des situations de travail .....	107
8.1.1 Le non-suivi des règles de sécurité .....	107
A) Les échafaudages .....	107
B) Les échelles .....	108
C) Les plates-formes .....	108
D) La structure de coffrage .....	108
8.1.2 Les contraintes d'équilibre .....	108
A) L'augmentation du polygone de sustentation ..	108
B) La posture le dos penché .....	109
C) La posture le dos en torsion .....	109
8.1.3 Incidents .....	109
8.1.4 Conclusion .....	110
8.2 Le choix des matériaux et équipements de travail en hauteur .....	111
8.2.1 Le travail sur les échafaudages portants .....	111
8.2.2 Le coffrage conventionnel pour murs .....	112
8.2.3 Les critères de choix des équipements et des matériaux servant de surfaces de travail en hauteur .....	113
<b>CHAPITRE 9 - Recommandations .....</b>	<b>117</b>
9.1 Changements à apporter pour améliorer les conditions d'exécution du travail .....	117
9.1.1 La conception .....	117
A) La conception dès la réalisation des plans et devis .....	118
B) La conception des équipements de travail en hauteur .....	122
9.1.2 Le chantier .....	124
A) La sécurité du point de vue du surintendant ou du contremaître .....	125
B) La sécurité et le travailleur .....	126
9.2 Les moyens d'améliorer la sécurité .....	127
9.2.1 La prise en considération de l'activité de travail dès la conception des plans et devis ....	128
9.2.2 Les manufacturiers d'équipements .....	128
9.2.3 La formation des surintendants ou des contremaîtres .....	128
9.2.4 La formation et l'information des travailleurs ..	129
<b>CHAPITRE 10 - CONCLUSION .....</b>	<b>131</b>

LISTE DES FIGURES

		<u>Page</u>
Figure 1	Schéma général des conditions et des conséquences du travail d'après Leplat et Cuny (1977) .....	6
Figure 2	Surfaces de travail en hauteur lors du travail sur les échafaudages portants suivant l'ensemble des situations de travail observées dans les 3 chantiers .....	30
Figure 3	Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage .....	35
Figure 4	Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage lors du placement des supports de longerons .....	37
Figure 5	Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage lors de l'ajustement des supports de longerons .....	37
Figure 6	Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage lors du placement des longerons .....	38
Figure 7	Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage pour fixer les longerons .....	38
Figure 8	Nombre de postures debout droit ou penché suivant que les pieds reposent sur le plancher d'échafaudage ou le plancher et la structure de l'échafaudage .....	39
Figure 9	Nombre de postures debout droit ou penché suivant l'utilisation des différentes surfaces d'appui des pieds sur l'échafaudage .....	40

LISTE DES FIGURES (SUITE)

		<u>Page</u>
Figure 10	Nombre de postures debout droit ou penché selon la sous-tâche lors du travail sur l'échafaudage portant .....	41
Figure 11	Nombre de postures debout avec ou sans torsion du dos suivant que les pieds reposent sur une ou deux surfaces d'appui .....	43
Figure 12	Nombre de postures debout avec ou sans torsion du dos selon la surface d'appui des pieds sur l'échafaudage .....	44
Figure 13	Nombre de postures debout avec ou sans torsion du dos suivant la sous-tâche lors du travail sur l'échafaudage portant .....	45
Figure 14	Nombre d'utilisation des surfaces d'appui des pieds selon la sous-tâche lors du travail sur l'échafaudage portant .....	46
Figure 15	Processus d'exécution du coffrage du mur .....	68
Figure 16	Équipements et surfaces de travail en hauteur lors du coffrage de mur .....	72
Figure 17	Nombre d'appui des pieds sur une surface identique ou différente suivant le type d'équipement ou de matériaux servant de surface de travail en hauteur dans le coffrage de mur ....	79
Figure 18	Nombre de postures debout droit ou penché suivant le type d'équipement et de matériaux servant de surface de travail en hauteur lors du coffrage de mur .....	80
Figure 19	Nombre de postures debout sans ou avec torsion du dos suivant le type d'équipements et de matériaux servant de surface de travail en hauteur lors du coffrage de mur .....	81

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Page</u>
Tableau 1    Âge et expérience des charpentiers- menuisiers observés lors du coffrage de dalle avec échafaudages portants .....	29
Tableau 2    Pourcentage des postures adoptées par les charpentiers-menuisiers lors du travail sur les échafaudages .....	33
Tableau 3    Équipements et matériaux choisis comme surface de travail sur les échafaudages portants .....	52
Tableau 4    Âge et expérience des charpentiers-menuisiers observés lors du coffrage conventionnel pour murs .....	70
Tableau 5    Conformité des échelles au code de sécurité de la construction .....	75
Tableau 6    Pourcentage de postures adoptées par le charpentier-menuisier de l'équipe A dans les situations de travail en hauteur pour le coffrage de murs .....	78
Tableau 7    Équipements et surfaces de travail utilisés par les équipes dans les différentes situations observées dans le chantier I suivant les sous-tâches .....	88
Tableau 8    Équipements et surfaces de travail utilisés par les équipes dans les différentes situations observées dans le chantier III suivant les sous-tâches .....	89

## CHAPITRE 1

### INTRODUCTION

L'industrie de la construction constitue un des secteurs prioritaires de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), du fait de l'importance du nombre et de la gravité des accidents déclarés. Cette situation n'est pas particulière au Québec mais se retrouve à l'échelle internationale.

Le mandat qui nous a été donné au départ est très large, puisqu'il s'agit d'effectuer des études ergonomiques dans un but de prévention des accidents.

La démarche ergonomique ne s'applique pas ou très difficilement à un secteur industriel aussi large, mais plutôt à des problématiques. Notre travail de départ a donc été de cerner tout d'abord un sujet de recherche en relation avec les accidents dans cette industrie.

Les données disponibles concernant les accidents du travail dans cette industrie ont été peu utiles dans cette démarche. En effet, les informations existantes au début de l'étude étaient soit trop agrégées, soit insuffisantes dans la description du processus accidentel et de la tâche effectuée (Trudel, S., col., 1985). Il existe peu d'analyses d'accident approfondies à l'exception des accidents graves et mortels. La majorité des données ne sont disponibles que par le formulaire de déclaration d'accident dont le but principal n'est pas la prévention, mais la reconnaissance d'un accident en vertu de la Loi sur les accidents du travail et les maladies professionnelles (Loi 42). Elles permettent particulièrement de comparer selon les coûts l'importance relative de tel secteur ou telle entreprise par rapport à un autre.

Devant l'impossibilité d'utiliser les statistiques d'accident, il a été décidé d'approfondir la problématique de la sécurité en construction par le choix d'un métier, à la fois représentatif de cette industrie, accessible (dans le sens où les travaux s'étalent sur une période de temps suffisamment longue et en un lieu précis), constitué d'une main-d'oeuvre importante et dont la fréquence des accidents est relativement élevée. Le métier de charpentier-menuisier de coffrage a été retenu.

Le choix d'un métier au départ, nous a permis de mieux concrétiser une activité de construction: nous avons visité des chantiers de coffrage, effectué des observations préliminaires; nous avons rencontré des charpentiers-menuisiers, des responsables de chantiers et d'entreprises, des représentants de la sécurité d'associations syndicales et patronales.

Afin de suivre la démarche entreprise, il est nécessaire de situer l'apport de l'ergonomie à l'étude de la sécurité, ce qui sera fait dans le prochain chapitre. Le chapitre 3 concerne les caractéristiques du travail des charpentiers-menuisiers de coffrage. Le chapitre 4 décrit le modèle d'analyse. Le chapitre 5 traite de la méthodologie. Les chapitres 6 et 7 abordent particulièrement les sujets étudiés, soit respectivement la sécurité du travail en hauteur sur les échafaudages portants et la sécurité lors du coffrage conventionnel pour murs. Les chapitres 8 et 9 sont consacrés à la conclusion et aux recommandations.

## CHAPITRE 2

### L'APPORT DE L'ERGONOMIE À L'ÉTUDE DE LA SÉCURITÉ

L'étude de la sécurité couvre un vaste domaine et constitue un carrefour de plusieurs disciplines scientifiques. Les modèles et méthodes d'étude de la sécurité ou des accidents ont fait l'objet de nombreuses analyses contenues dans différentes études et revues bibliographiques. Nous en citerons, par exemple, quelques-unes: Cock, G. (1964), Hale, A.R. et Hale, (1972), Bandat de Nève, M. (1975), Quinot, F. (1979), Carter et Corlett E.N., (1981), Harvey, M.D., (1984 et 1985).

Les principales théories et modèles développés se trouvent appliqués à l'étude de la sécurité dans la construction. Il n'est pas de notre intention de les résumer dans ce chapitre. Simplement, afin de comprendre la démarche utilisée, ils seront discutés de façon plus générale en distinguant les méthodes centrées sur le risque, et l'ergonomie, méthode centrée sur le travail.

#### 2.1 Les méthodes centrées sur le risque

Les méthodes centrées sur le risque ont comme objectif de proposer, à partir de l'identification du risque, des solutions en vue de corriger et de réduire la probabilité d'occurrence de l'accident.

La notion de risque pose cependant des difficultés au sujet de sa définition et, par conséquent, de son identification. Le caractère subjectif et flou du risque a été souligné par différents auteurs (Faverge, 1967; Kjellén, 1985), ainsi que les problèmes concernant la détermination de son seuil d'acceptation.

Saari (1983) recense trois types de méthodes afin d'identifier les risques: l'identification des sources de danger; l'utilisation de la connaissance et du jugement d'experts; la recherche des désordres, défauts ou autres déviations.

### 2.1.1 L'identification des sources de danger

L'identification des sources de danger consiste à définir une zone dangereuse suivant le type d'énergie (mécanique, électrique, chimique, etc.) et la partie du corps possiblement affectée selon sa tolérance par rapport à l'énergie en question ainsi que le temps d'exposition.

Une étude de Saari (1984) montre qu'aussi bien dans l'industrie du métal léger que dans l'imprimerie le taux d'incidence des accidents ne correspond pas à ce qui a été défini comme étant les zones de danger les plus ou moins élevées.

### 2.1.2 Le jugement d'experts

Le jugement d'experts pose la question: Qui est l'expert? Est-ce le représentant de la direction, le travailleur, l'ingénieur, le spécialiste en sécurité, l'inspecteur du travail, etc.?

Powell et Slater (1972) cités par Corlett "font remarquer qu'un risque perçu par un groupe d'intellectuels peut ne pas être vu comme tel par un autre groupe moins apte au raisonnement". Une étude de la recherche communautaire dans les charbonnages belges (1969) montre que l'appréciation des risques augmente en réalisme avec l'ancienneté. Cependant, d'autres études menées dans ce même organisme ont montré l'aspect négatif de l'accoutumance.

Une thèse de troisième cycle effectuée au laboratoire de psychologie du travail de l'École pratique des hautes études (Leplat, 1975) montre que les personnes occupant des postes de production ont tendance à attribuer les causes d'accident à des problèmes d'organisation du travail (inadaptation des mesures de sécurité, matériel inadéquat, mauvaise condition de travail, etc.). Alors que les postes hiérarchiquement plus élevés invoquent davantage les causes humaines (manque d'attention, inexpérience, non-respect des

règles de sécurité, etc.). Ces biais sont attribuables aux objectifs et aux représentations différentes du travail humain que se font les différents acteurs dans l'organisation.

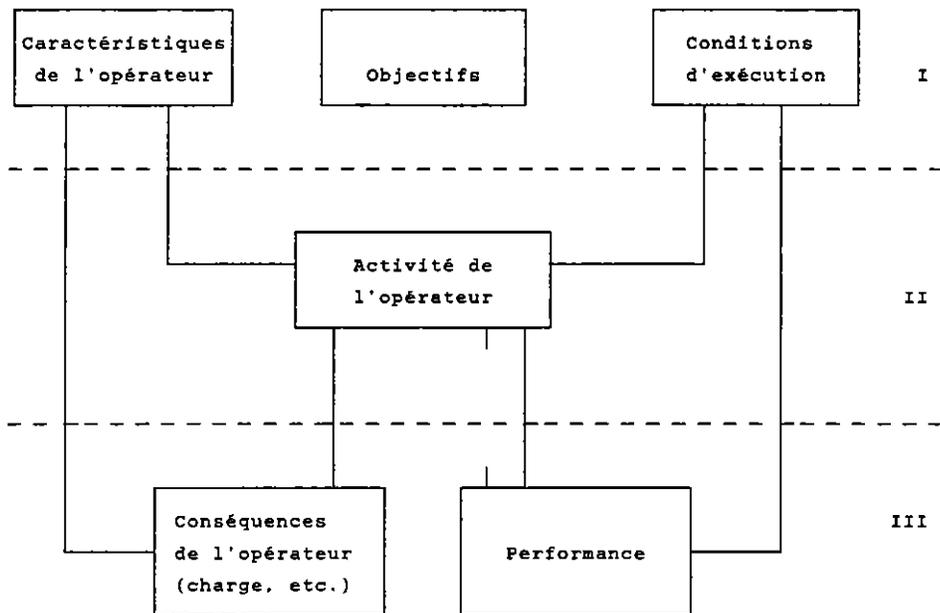
### 2.1.3 La recherche des désordres, défauts ou autres déviations

Faverge (1980) a remarqué que certains accidents se produisaient lors de l'activité de récupération à la suite d'un incident, d'une panne ou d'un dysfonctionnement. Kjellén (1984) a effectué une revue de la notion de déviation. Il a appliqué ce concept à l'étude et à la prévention des accidents en construction. Kjellén identifie les déviations en rapport avec des normes définies à partir d'un groupe de décisions auquel participent représentants de la direction et travailleurs. La définition des déviations s'effectue donc uniquement à partir de jugements par un groupe considérant ce qui est ou n'est pas acceptable du point de vue de la sécurité. Cependant, les études réalisées par Faverge (1967) ont montré la nécessité de disposer de données objectives concernant l'activité de travail et de l'expérience directe des travailleurs impliqués. Le fait de ne pas considérer cet aspect conduit à proposer des solutions de prévention d'un niveau trop général ou inadapté à la réalité de l'activité du travailleur et donc pouvant être inefficaces, causant d'autres problèmes. C'est pourquoi Monteau (1975), Leplat (1974) utilisent plutôt la notion de dysfonctionnement qui est définie par son caractère inhabituel en regard de l'activité de travail réellement effectué. Leplat (1982) souligne également la nécessité d'établir un lien de causalité entre l'incident, le dysfonctionnement et l'accident.

La description sommaire de ces différentes méthodes d'identification du risque montre le rôle et l'importance du caractère subjectif présent dans ces différentes méthodes. Sans ignorer cette dimension, il apparaît nécessaire de disposer de méthodes apportant des éléments plus objectifs, Leplat (1975) souligne l'importance de la connaissance du modèle d'opération du système dans le processus d'identification des dysfonctionnements. Cette connaissance demande d'aborder l'étude non plus exclusivement centrée sur le risque mais davantage centrée sur le travail réellement effectué qui comporte des exigences, des risques.

## 2.2 L'ergonomie, méthode centrée sur le travail

L'ergonomie est "l'étude spécifique du travail humain en vue de l'améliorer" (Montmollin, M. de, 1986). Le schéma de Leplat J., Cuny X. (1977) (figure 1) permet de bien illustrer la démarche d'analyse du travail pratiquée en ergonomie.



I : Niveau des conditions de travail;  
 II : Niveau de l'activité;  
 III : Niveau des effets de l'activité.

FIGURE 1. Schéma général des conditions et des conséquences du travail d'après Leplat et Cuny (1977).

Dans ce schéma, sont identifiés trois niveaux:

- Le premier niveau, celui des conditions de travail, correspond à la tâche et aux caractéristiques du travailleur. La tâche est définie comme un but donné dans des conditions déterminées (Léontief, 1976). C'est à ce niveau que se définissent notamment les exigences de la tâche, et, en terme de sécurité, les dangers.

- Le deuxième niveau est celui de l'activité, c'est-à-dire de ce qui est mis en jeu par le travailleur pour exécuter la tâche.
- Le troisième niveau représente le résultat de l'activité. D'une part la performance qui ne dépend pas uniquement de l'activité, mais également de la tâche et plus précisément de son niveau technologique, et d'autre part, les conséquences pour le travailleur qui se manifestent notamment par des blessures survenant à la suite d'accidents.

Ce schéma illustre le fait que l'on ne peut passer directement de la définition des exigences ou du danger aux conséquences pour le travailleur, ce qui est couramment pratiqué par les méthodes centrées sur le risque. Il montre l'importance de prendre en considération l'activité de travail, c'est-à-dire de ce qui est mis en jeu par le travailleur pour exécuter la tâche, compte tenu de ses propres caractéristiques. Cette approche a des conséquences importantes concernant la méthodologie, elle permet de faire la distinction entre trois niveaux d'analyse:

- L'analyse de la tâche qui a généralement pour objectif de décrire les caractéristiques des différentes composantes de la situation de travail afin d'aboutir à identifier les exigences qui sont déduites de l'observation de l'activité des entrevues avec les travailleurs observés et les responsables concernés.
- L'évaluation des conséquences pour le travailleur qui ne peuvent être évaluées qu'à partir de l'activité et de ses effets physiologiques ou psychologiques sur le travailleur. Dans le cadre de notre étude, il s'agit principalement de faire le lien entre l'activité observée et des mécanismes à l'origine des accidents.
- L'analyse des déterminants de l'activité qui consiste à concevoir un modèle explicatif des facteurs pouvant influencer l'activité du travailleur en relation avec les mécanismes d'accident considérés. L'analyse des déterminants de l'activité est particulièrement importante pour améliorer la sécurité.

Certaines études ergonomiques réalisées en construction se sont souvent limitées à quantifier la charge de travail par la mesure de la fréquence cardiaque (Delmas, 1986, Helander, 1987, Vander Doelen, 1986), de la capacité aérobie (Astrand, 1967), ou par l'utilisation de modèles biomécaniques (Vander Doelen, 1986, Chaffin, 1989, Koningsveld, 1985). Par conséquent, ces études se sont limitées à proposer des solutions ne prenant en compte que des éléments partiels de la tâche ou des caractéristiques du travailleur, sans disposer d'une perspective plus complète de la relation entre les caractéristiques du travailleur et de sa tâche.

L'analyse des déterminants de l'activité a été effectuée au cours de certaines études ergonomiques en construction. Saari et Wickström (1978, 1983), étudiant l'origine des lombalgies chez les ferrailleurs, ont montré que 58% des postures debout penché à plus de 90° étaient présentes lors de l'opération d'attacher les barres d'acier lors du coffrage de plancher. À partir de cette étude, un outil a été développé afin de pouvoir attacher les barres d'acier en position debout droit. Millanvoye et col., faisant des recherches sur le vieillissement et le travail en hauteur, ont, par l'analyse de l'activité, montré les stratégies adoptées par les travailleurs âgés, faisant face à des contraintes d'équilibre. L'étude a permis de faire des recommandations afin de mieux adapter les conditions de travail à cette population.

La démarche d'analyse du travail basée sur les trois étapes mentionnées apparaît essentielle afin d'aboutir à des solutions appropriées pour améliorer la sécurité. Selon la première étape, il est important, afin d'établir notre problématique de recherche, de bien décrire les caractéristiques du travail de charpentier-menuisier, afin d'en identifier les exigences pouvant être reliées à des problèmes de sécurité. C'est l'objet du prochain chapitre.

## CHAPITRE 3

### LES CARACTÉRISTIQUES DU TRAVAIL DE CHARPENTIER-MENUISIER DE COFFRAGE

#### 3.1 Les particularités du travail dans la construction

L'organisation du travail dans le bâtiment et les travaux publics est généralement considérée comme particulière, en raison, comme le mentionne Campinos-Dubernet (1984), des contraintes de spatialisation et de la variabilité du processus de production. Construire un bâtiment équivaut, en effet, à fabriquer un objet fixe à partir d'une usine mobile. L'activité de construction a comme objet la transformation de l'environnement (photo no 1). Cette transformation se réalise avec l'intervention de différents corps de métiers à l'intérieur de contraintes spatiales et temporelles, et se concrétisent par le renouvellement permanent des situations de travail.

"Le renouvellement des situations de travail nécessite de faire suivre les matériaux, les équipements, l'outillage au rythme de l'avancement des travaux et recomposer ainsi, à tout instant, les conditions immédiates de travail". Le chantier, pour Kahn et Lautier (1985), ne fait pas que produire un ouvrage, mais produit aussi une part importante de son déroulement.

Ainsi, dans le chantier de coffrage, les exigences de la tâche doivent être envisagées suivant le renouvellement de la situation de travail des charpentiers-menuisiers. Le charpentier-menuisier a une double tâche à effectuer, une tâche de production qui comprend les opérations directement reliées à la construction du coffrage et une tâche d'installation qui consiste à faire suivre les outils, les équipements nécessaires au fur et à mesure de l'évolution spatiale des travaux.

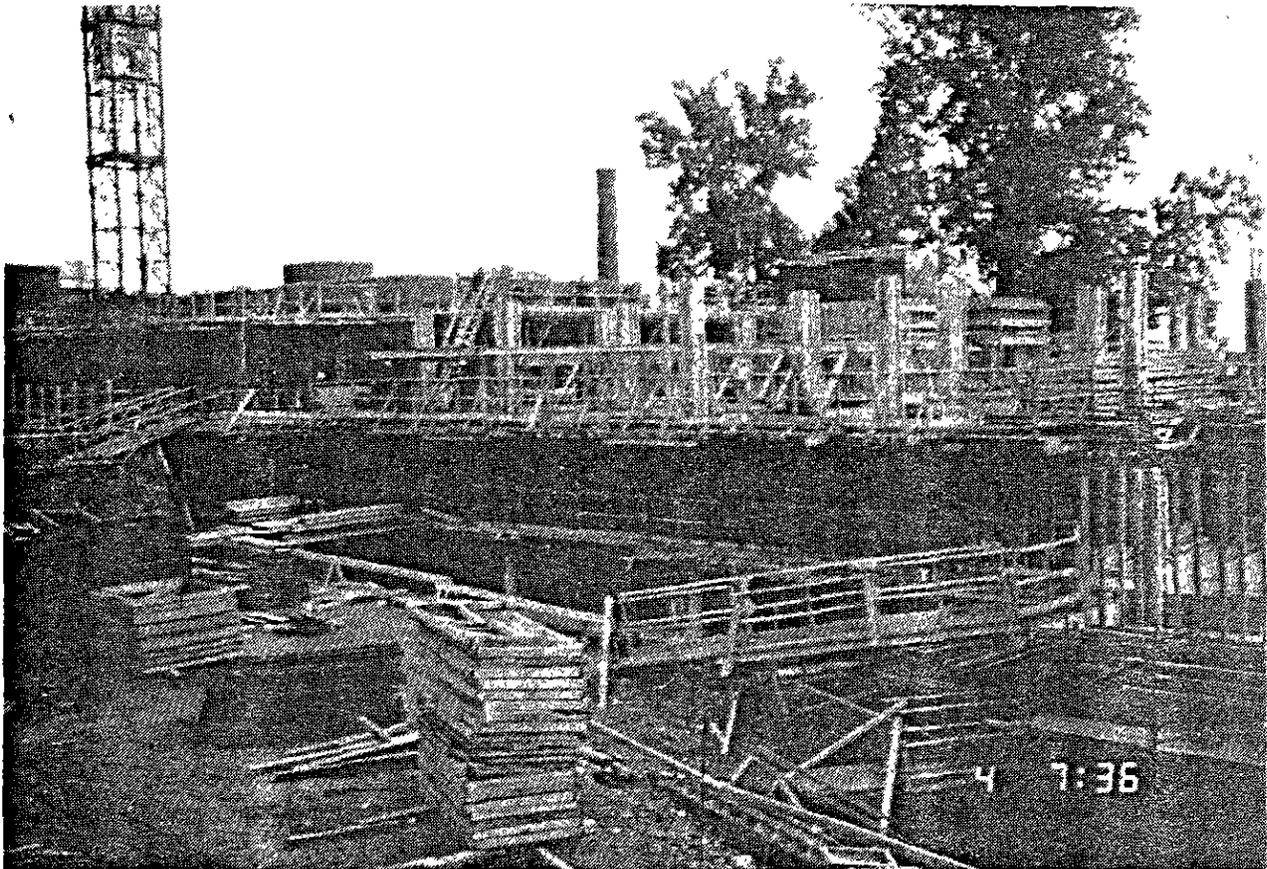


PHOTO 1 VUE GÉNÉRALE D'UN CHANTIER

### 3.2 Le travail de charpentier-menuisier

L'activité de charpentier-menuisier est étroitement reliée aux techniques de coffrage utilisées. Pour une revue de ces techniques, on peut consulter le document de Lan, A. et col. (1987).

Dans la présente recherche, le choix s'est orienté vers l'étude de la sécurité dans le coffrage conventionnel pour planchers avec échafaudages portants et dans le coffrage conventionnel pour murs, du fait de l'importance de l'utilisation de ces techniques dans les chantiers de Montréal et sa région. Remplacé par le coffrage-outil pour les bâtiments élevés, le coffrage conventionnel reste encore utilisé de façon importante pour le coffrage en sous-sol et de bâtiments comportant peu d'étages.

Le coffrage conventionnel demande une main-d'oeuvre de métier qualifiée. En effet, le montage de ce type de coffrage nécessite l'organisation complexe de l'activité tenant compte de la précision du travail et de la solidité du coffrage. Il s'agit de tâches qui nécessitent la prise de mesures et la transposition de ces mesures dans l'espace et sur les matériaux de construction, le découpage, la manipulation et l'assemblage de ces matériaux. Excepté la grue, le travail est peu mécanisé. Le charpentier-menuisier utilise des outils manuels ou électriques et manipule directement les matériaux. Dans un tel contexte, l'évolution spatiale dans le plan horizontal ou vertical du travail constitue un élément important à considérer.

Lors de nos rencontres, le travail en hauteur nous a été signalé par les charpentiers-menuisiers comme une activité exigeante, du fait à la fois des contraintes d'équilibre et de manipulation des matériaux. Ces exigences se retrouvent notamment lors du coffrage conventionnel pour planchers avec des échafaudages portants et lors du coffrage conventionnel pour murs. Ces tâches seront décrites plus précisément dans les chapitres respectifs faisant l'objet de leur étude.

## CHAPITRE 4

### LE MODÈLE D'ANALYSE

#### 4.1 L'analyse de l'insécurité

L'élaboration du modèle d'analyse de la sécurité s'articule à partir de la démarche ergonomique présentée et de la description sommaire de la tâche de charpentier-menuisier. Dans cette description, nous avons montré que le charpentier-menuisier effectue une tâche de production et une tâche d'installation visant au renouvellement de la situation de travail. La qualité de réalisation de cette dernière tâche va influencer directement les conditions d'exécution du travail en hauteur, particulièrement les contraintes d'équilibre relatives à la tâche de production.

Dans cette situation de travail, on retrouve les éléments d'analyse décrits par Faverge (1972) en terme de régulation entre tâche de production et tâche de prévention constituée ici par la tâche d'installation. Cependant, dans le cas présent, il est préférable de parler d'activité de prévention, celle-ci n'étant pas exclusive à une seule tâche. En effet, l'activité de prévention est présente aussi bien lors de la tâche d'installation, ayant comme objet de renouvellement de la situation de travail, que de la tâche de production. Seule la nature de cette activité varie. Lors de la tâche d'installation, l'activité de prévention consiste en grande partie à aménager l'espace de travail, tandis que dans la tâche de production, l'activité de prévention réside exclusivement dans l'habileté du travailleur.

Cette habileté devient le plus souvent nécessaire pour compenser le manque d'installation, et mise en échec, elle se traduit par des incidents ou des accidents. Ainsi, les contraintes d'équilibre relatives à l'aménagement de l'espace lors de l'exécution d'une tâche donnée constituent les indices permettant l'analyse de l'insécurité de la situation de travail. Cependant, il est néces-

saire qu'un lien entre l'indice d'insécurité et la possibilité d'accident soit clairement établi.

#### **4.2 Les origines de l'insécurité**

D'après le schéma de Leplat et Cuny (figure 1), la détermination de l'origine de l'insécurité nécessite une analyse des déterminants de l'activité et est à rechercher dans les relations fonctionnelles entre les caractéristiques du travailleur et de la tâche.

Dans le cadre de la présente étude, l'aménagement de l'espace de travail en hauteur qui influe sur les contraintes d'équilibre constitue une trace de l'activité d'installation. Elle témoigne en cela du choix effectué par le travailleur pour aménager son poste de travail en hauteur. Ce choix résulte de cette relation fonctionnelle entre le travailleur et sa tâche.

Dans la perspective ergonomique, il s'agit de déterminer si la tâche et, notamment, les conditions d'exécution, compte tenu des caractéristiques du travailleur, permettent à celui-ci de choisir les équipements et les surfaces de travail en hauteur adaptés.

Par condition d'exécution, il faut comprendre d'une part la disponibilité des équipements permettant de travailler en hauteur, et d'autre part, les facteurs de variation présents sur le chantier et susceptibles d'influencer le choix des équipements de travail en hauteur. Ces facteurs pourraient être classifiés selon l'environnement physique (configuration architecturale, encombrement, etc.) et l'organisation de la tâche (co-activité, coordination temporelle des tâches, etc.).

Le modèle d'analyse comporte deux phases distinctes basées l'une sur la régulation de l'activité de prévention, l'autre sur l'analyse de la résolution du problème d'accès au plan de travail en hauteur.

Nous allons présenter maintenant la méthode mise en oeuvre pour effectuer cette étude.

## CHAPITRE 5

### MÉTHODOLOGIE

Les objectifs de la présente étude sont, d'une part, d'évaluer les contraintes d'équilibre et leur relation avec des accidents lors du travail en hauteur, et d'autre part, d'identifier les déterminants de l'activité de charpentier-menuisier concernant le choix des équipements et des surfaces de travail en hauteur.

Avant de présenter en détail la méthodologie, nous précisons tout d'abord, le type de preuve scientifique auquel se réfère en général les études ergonomiques.

#### 5.1 La preuve scientifique en ergonomie

Les études ergonomiques sont le plus souvent fondées sur l'étude approfondie d'un petit nombre de cas. La preuve ergonomique réside dans la conception de modèles d'interaction entre le travailleur et sa tâche. Ces modèles sont de natures statistiques ou logiques. Leur validité réside dans la pertinence du modèle à expliquer et à prévoir l'interaction entre les variables qui produisent la ou les conséquence(s) étudiée(s). La pertinence du modèle est vérifiée pour l'étude de situations semblables auxquelles le modèle prétend être appliqué. Dans le cas pratique de cette étude, il s'agit, également, que les personnes concernées puissent retrouver leurs conditions de travail dans la description des variables et des modèles présentés. Pour cela, on distingue trois classes de modèles.

- Les modèles concernant les contraintes d'équilibre, c'est-à-dire la relation entre la posture du travailleur et l'équipement utilisé lors de l'accomplissement de la tâche. Cela veut dire qu'il ne suffit pas de montrer uniquement la signification statistique entre le travail sur un équipement et l'adoption d'une posture. Mais il est nécessaire, du fait du nombre de cas

restreint, d'expliquer la posture adoptée en fonction des contraintes de la tâche à effectuer et de l'équipement utilisé.

- Les modèles d'accident permettent d'établir un lien entre les contraintes d'équilibre et le genre d'accident.
- Les modèles concernant le choix des équipements et les surfaces de travail en hauteur permettent d'établir des relations entre les caractéristiques de la tâche et du travailleur concernant les choix effectués. Il s'agit de mettre en évidence, une ou des stratégie(s) de choix adoptées par le charpentier-menuisier, suivant les conditions d'exécution.

## 5.2 L'étude des contraintes d'équilibre

L'étude des contraintes d'équilibre permet de comparer les différentes surfaces d'appui utilisées. Ces contraintes d'équilibre peuvent être évaluées à l'aide de différents indices physiologiques comportementaux ou indirects.

Les indices physiologiques, tel le changement du tracé électromyographique ou l'augmentation de la fréquence cardiaque, sont dus à l'élévation du tonus musculaire permettant de garder le centre de gravité du corps à l'intérieur du polygone de sustentation qui se trouve réduit du fait de l'étroitesse de la surface d'appui. Dans cette étude, le choix s'est porté sur les indices comportementaux dont le lien avec la sécurité est plus direct.

Les indices comportementaux permettent, en effet, d'observer certaines réactions du travailleur aux contraintes d'équilibre lors de l'exécution de différentes tâches et évaluer ainsi l'adaptation du plancher d'échafaudage. Les critères comportementaux susceptibles d'être utilisés sont les suivants: l'augmentation du polygone de sustentation, la position du dos et l'application d'un troisième point d'appui. Seuls les deux premiers indices ont été retenus. En effet, en ce qui concerne le troisième point d'appui, les mains

qui sont les plus utilisées, il est difficile de distinguer ce qui relève de l'exécution du travail, de l'appui proprement dit, les fonctions pouvant être simultanées.

Les indices indirects sont définis par les règles prescrites de sécurité présentes dans le Code de sécurité de la construction. Cette démarche correspond ici davantage à ce que nous avons appelé une étude centrée sur le risque. Cependant, du fait de l'importance du Code de sécurité de la construction, il est difficile de ne pas le prendre en considération. Il va nous permettre, d'une part, d'évaluer l'écart entre les règles prescrites de sécurité et la réalisation effective sur les chantiers, et d'autre part, de comparer les règles de sécurité prescrites dans le Code avec les contraintes d'équilibre et les choix d'équipements et de surfaces de travail en hauteur.

### 5.3 La relation entre les contraintes d'équilibre et les accidents

La relation entre les contraintes d'équilibre et les accidents ne peut être établie directement dans le cadre de cette étude. En effet, les données sur les accidents ne décrivent pas suffisamment la tâche pour fournir des modèles explicatifs. Aussi, c'est l'étude des incidents qui va nous fournir l'information nécessaire afin d'établir le lien entre les contraintes d'équilibre et les accidents.

Dans le même sens que décrit par Marcelin et Millanvoye (1981), l'incident est défini comme une rupture de l'activité. De façon plus précise, il s'agit de l'interruption de l'activité de façon directe ou de son résultat.

Aucune classification au préalable n'a été faite des incidents, les événements observés ont été interprétés suivant cette définition. Par exemple, le fait d'échapper un outil, constitue une interruption de l'activité, un croisillon qui se détache du cadre correspond à l'interruption de son résultat.

#### 5.4 Le choix des équipements et des surfaces de travail en hauteur

Le choix des équipements et des surfaces de travail en hauteur constitue une des activités du charpentier-menuisier. Celle-ci résulte, selon le modèle présenté à la figure no 1, de l'interaction entre les caractéristiques du travailleur et de sa tâche.

L'explication de ce choix repose sur la comparaison des situations de travail en hauteur différentes et des entretiens réalisés durant les pauses avec les charpentiers-menuisiers observés.

Le fait de privilégier une approche clinique, c'est-à-dire l'étude en profondeur d'un nombre de cas restreint, s'exprime dans l'objectif poursuivi. Celui-ci n'est pas tant de recenser un nombre de variables exhaustives influençant le choix. Mais plutôt de se servir de ces variables identifiées pour proposer un modèle permettant d'expliquer les choix et les critères de choix des charpentiers-menuisiers.

#### 5.5 Le choix des chantiers et des situations de travail

##### 5.5.1 Le choix des chantiers

L'étude a été réalisée dans quatre chantiers de coffrage. Le premier chantier a simplement permis de mettre au point les méthodes et les grilles d'observation, si bien que les données requises sur ce chantier ne pouvaient être utilisées lors du traitement.

Les chantiers de coffrage ont été choisis de façon coordonnée avec l'équipe de recherche qualité-chantier. L'obtention de l'accord pour faire l'étude sur les chantiers n'est pas chose facile. Cela nécessite une bonne connaissance du milieu et nous avons pu bénéficier en ce sens de l'aide de monsieur Sylvio Ricard, ingénieur civil et chercheur dans l'équipe qualité-chantier. Les chantiers retenus sont des chantiers qui, selon les experts et les surintendants avec qui nous avons parlé, sont représentatifs des chantiers de coffrage utilisant ce type de technologie. Les chantiers nos 1

et 2 sont des bâtiments qui, respectivement, vont abriter des bureaux et des condominiums: ils comportent quatre étages sans sous-sol. Le chantier no 3 est un complexe hôtelier comportant également des condominiums: il a trois étages au sous-sol et 15 étages supérieurs.

### 5.5.2 Les situations de travail observées

Nous avons observé les équipes de travail effectuant les tâches de coffrage de dalle avec échafaudages portants et de coffrage conventionnel pour murs. La réalisation d'étude de terrain, c'est-à-dire de situations non contrôlées par le chercheur, comporte pour le recueil et l'utilisation des données, des contraintes particulières par rapport aux approches en laboratoire. Du fait de la variabilité du processus de production, ces contraintes sont beaucoup plus importantes en construction.

En effet, il est arrivé à quelques reprises que les charpentiers-menuisiers observés interrompent leur tâche pour être affectés ailleurs.

Ces contraintes d'observation se sont fait surtout sentir pour l'étude des contraintes d'équilibre. En effet, pour que les calculs statistiques permettent de comparer les contraintes d'équilibre suivant les surfaces de travail en hauteur soient correctes, il est nécessaire d'avoir un nombre de données suffisantes dans les situations comparables. Ceci nous a amené à faire une sélection stricte réduisant le nombre de cas. Aussi, l'évaluation des contraintes d'équilibre a été effectuée à partir de situations de travail présentes dans le chantier no 1 seulement. En effet, dans le chantier no 2, les échafaudages étaient des structures triangulaires et le coffrage de murs se faisait par panneaux. Dans le chantier no 3, les observations faites durant la transition entre le coffrage de dalle avec échafaudages portants et de tables volantes constituaient également les conditions particulières dans le choix des surfaces de travail en hauteur. Dans ces deux chantiers, la différence entre les situations ne permettait pas de comparaison en ce qui concerne les contraintes d'équilibre.

Ce désavantage concernant le nombre de cas pour évaluer les surfaces de travail en hauteur en ce qui concerne les contraintes d'équilibre, se transforme par contre en avantage en ce qui concerne la compréhension du choix effectué par le charpentier-menuisier du fait de la diversité des situations.

### 5.6 Le recueil des données

Les données ont été recueillies par deux observateurs à partir d'une grille d'observation comprenant les catégories présentées sur la feuille de recueil des données (annexe 1).

Chaque observateur devait suivre un charpentier-menuisier, ces derniers travaillant par équipe de deux. Le partage du travail et le fait d'éviter les erreurs entre observateurs ont fait que le traitement de données a été réalisé à partir du même observateur qui a choisi les charpentiers-menuisiers travaillant les plus fréquemment en hauteur.

L'autre observateur relevait par écrit ou par photo, les changements concernant le milieu de travail, l'utilisation des équipements et des surfaces de travail.

Le recueil des données a été réalisé en continu au cours de l'exécution des différentes opérations en hauteur. C'est l'accomplissement d'une opération qui déclenchait l'enregistrement des postures correspondant à cette opération. Ces opérations ont ensuite été regroupées suivant les sous-tâches à effectuer. Les critères retenus concernant l'étude des contraintes d'équilibre et le niveau de description des postures permettent d'avoir une précision suffisante. En effet, il s'agissait d'identifier des points précis assez facilement observables:

- le polygone de sustentation est défini par le fait d'avoir les deux pieds sur la même surface d'appui ou chaque pied sur une surface différente;

- la posture le dos penché nécessite une inclinaison du tronc d'au moins 15 à 20°;
- la posture du dos en torsion est évaluée par la rotation des épaules par rapport à l'articulation de la hanche.

Les observations sur le premier chantier ont permis de mettre au point les critères et la pratique du recueil des données papier-crayon.

Une grille d'évaluation des équipements, particulièrement l'échelle et l'échafaudage, a été construite (annexes 2 et 3). Ces grilles ont été appliquées aux échafaudages et échelles qui ont été utilisés par les charpentiers-menuisiers observés.

Les entrevues avec des travailleurs sur le chantier ont eu lieu pendant les pauses. Une première rencontre au début de notre intervention permettait d'informer l'ensemble des travailleurs de notre présence et de notre rôle sur le chantier. Par la suite, des contacts étaient pris avec les charpentiers-menuisiers et manoeuvres oeuvrant dans les tâches étudiées. Un questionnaire (annexe 4) a permis de recueillir des renseignements sur les travailleurs observés.

Les méthodes d'analyse des résultats concernant spécifiquement le travail sur échafaudage portant et le coffrage de mur seront décrites plus en détail dans leur chapitre respectif.

## CHAPITRE 6

### COFFRAGES POUR PLANCHERS AVEC ÉCHAFAUDAGES PORTANTS

#### 6.1 Technologie du coffrage pour planchers avec échafaudages portants

##### 6.1.1 Utilisation

Les coffrages pour planchers se distinguent par le mode d'étañonnement qui supporte le platelage ou plateau coffrant. L'étañonnement du coffrage conventionnel se compose d'étais tubulaires métalliques ou d'échafaudages portants. La paroi coffrante faite de feuilles de contre-plaqué, les solives et les longerons forment le platelage.

Le coffrage-outil, telle la table de coffrage, est conçu de façon que l'étañonnement et le plateau coffrant composent une seule structure. Ainsi, il ne requiert pas de démontage important au décoffrage contrairement au coffrage conventionnel. Cependant, sa souplesse d'adaptation à la variété et à la complexité des formes architecturales est bien moins importante.

L'ingénieur de conception du coffrage pour planchers choisit le système d'étañonnement selon les principaux critères suivants:

- 1) la résistance au flambage est plus importante avec les échafaudages portants qu'avec les tubes métalliques pour le coffrage de planchers dont la hauteur est de 3 m (10 pieds) et plus;

- 2) la non-rentabilité ou l'impossibilité d'utiliser des tables coffrantes du fait du nombre d'étages réduit, des contraintes architecturales ou de l'espace restreint autour de l'édifice à construire;
- 3) le matériel disponible possédé par l'entrepreneur;
- 4) les difficultés et les coûts de production lors de l'exécution peuvent être plus élevés avec l'utilisation d'étais métalliques de 3 m (10 pieds) et plus, en comparaison avec les échafaudages portants.

Suivant ces critères, les tables coffrantes sont utilisées pour construire la dalle de béton des étages supérieurs de bâtiments élevés, tandis que le coffrage conventionnel sert à construire les étages au sous-sol, le rez-de-chaussée et les étages de bâtiments peu élevés.

Les échafaudages portants sont préférés aux tubes métalliques pour les murs de 3 m (10 pieds) et plus. Cependant, selon leur disponibilité, ils sont également employés pour des planchers de moins de 3 m (10 pieds). Ainsi, à cause de ses possibilités d'adaptation, l'échafaudage portant est souvent choisi comme moyen d'étaïonnement du platelage. Trois des chantiers retenus pour effectuer nos observations utilisent des échafaudages portants.

#### 6.1.2 Composition des échafaudages portants

L'assemblage des cadres métalliques donne la forme géométrique de l'échafaudage portant. Dans les chantiers nos 1 et 2, les échafaudages rectangulaires (photo 2) sont constitués de deux cadres joints de chaque côté par des croisillons. Dans le chantier no 3, les échafaudages triangulaires (photo 3) sont formés de trois cadres joints.

Les pieds de l'échafaudage comprennent chacun une vis de réglage (vérin) et un morceau de contre-plaqué (longrine) cloué sur la plaque d'appui de la vis, qui repose sur le sol.



PHOTO 2 ÉCHAFAUDAGES PORTANTS DE STRUCTURES RECTANGULAIRES

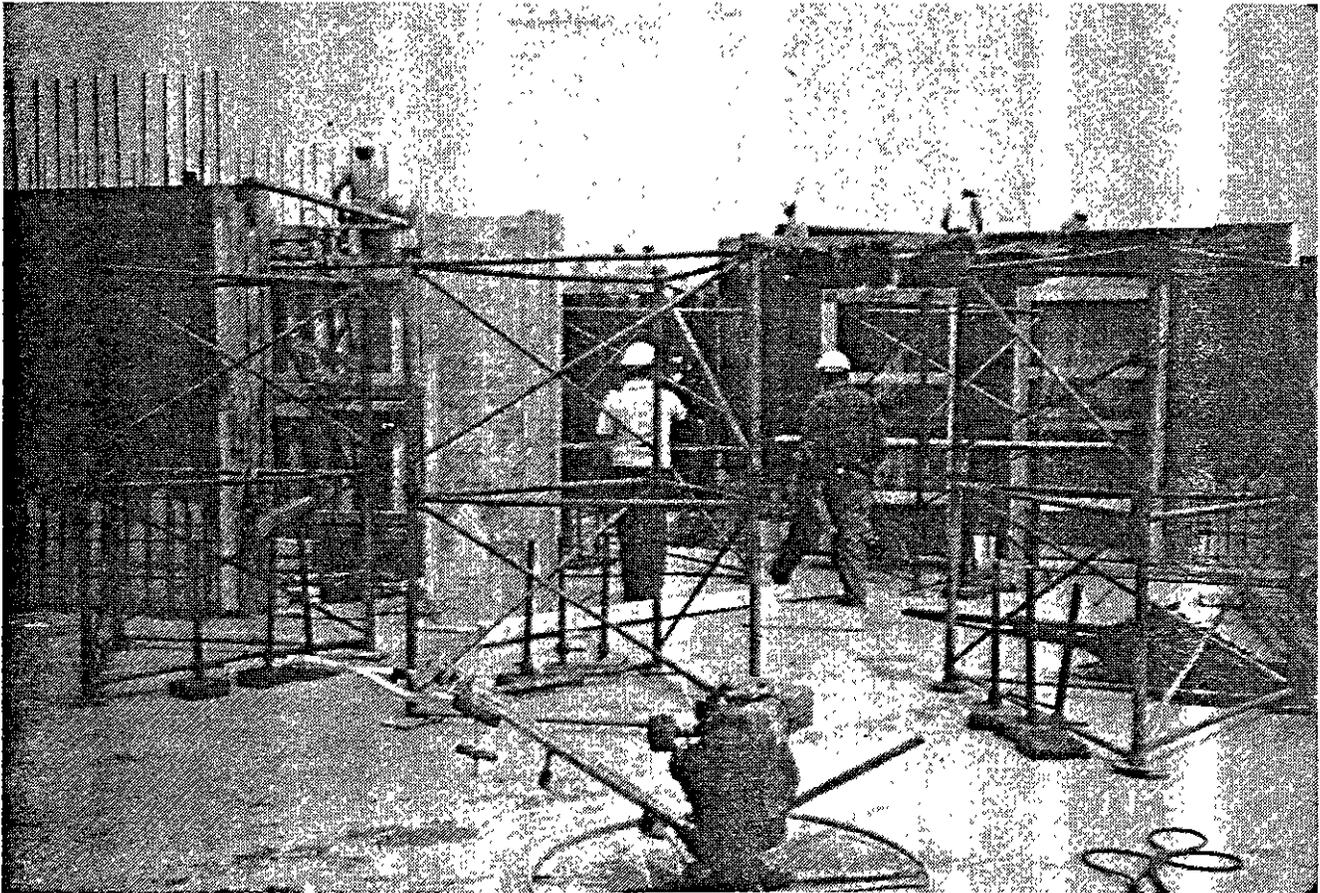


PHOTO 3 ÉCHAFAUDAGES PORTANTS DE STRUCTURES TRIANGULAIRES

En haut des cadres de l'échafaudage, sont emboîtés des supports de longerons comportant une vis de réglage. Les longerons en bois ou en aluminium se fixent dans les mâchoires des supports. Perpendiculairement aux longerons, les solives sont disposées à intervalles réguliers. Les feuilles de contre-plaqué clouées sur les solives forment la peau coffrante.

### 6.1.3 Le montage des échafaudages portants

L'ensemble de la construction du coffrage n'est généralement pas faite par les mêmes équipes de charpentiers-menuisiers. Elle peut être répartie entre deux, trois équipes ou plus. L'une d'entre elles, celle dont nous parlerons dans ce chapitre, monte l'échafaudage et les longerons; une autre place les solives. Le contre-plaqué est ensuite mis en place par la même équipe ou par des équipes différentes. L'ajustement final est effectué par un contremaître ou un charpentier-menuisier expérimenté aidé par un manoeuvre.

Les échafaudages portants doivent être montés et disposés conformément au plan. Dans le cas contraire, les modifications doivent être approuvées par l'ingénieur avant la coulée du béton.

De façon générale, le montage des échafaudages s'effectue de la façon suivante: les longrines sont clouées sous les plaques d'appui des vérins, ceux-ci sont emboîtés dans les membrures verticales du cadre, ensuite deux cadres sont joints par les croisillons. L'échafaudage ainsi constitué est aligné et les supports de longerons sont emboîtés dans les tubes supérieurs. Une fois les longerons placés sur les supports, ils sont calés et cloués.

La hauteur du pied de vérin et du support du longeron est réglée grossièrement avant d'être mise en place. Une fois l'ensemble monté, des ajustements de hauteur se font à partir de la vis de réglage des supports de longerons.

Le travail au sol nécessite principalement le transport de matériaux, l'assemblage de l'échafaudage et son alignement. Il faut

## CHAPITRE 9

### RECOMMANDATIONS

Les résultats obtenus nous permettent de proposer des recommandations afin d'améliorer les conditions d'exécution des tâches étudiées. À l'étape actuelle de rédaction de cette étude, les propositions n'ont pas fait l'objet de consultation avec les parties concernées. Leur formulation a donc comme principal objectif de susciter des discussions qui se concrétiseront, nous l'espérons, par l'adoption des solutions proposées, ou qui en favoriseront de nouvelles.

À notre point de vue, il n'existe pas une seule solution qui va régler tous les problèmes, mais il est préférable pour atteindre les objectifs désirés, d'agir à plusieurs niveaux. Lorent (1987) distingue trois niveaux: la conception, l'organisation et le chantier. Il nous apparaît également nécessaire de différencier les changements à apporter pour améliorer les conditions d'exécution du travail et les moyens pour y parvenir.

#### 9.1 Changements à apporter pour améliorer les conditions d'exécution du travail

Les résultats de l'étude montrent l'absence d'équipements et de matériaux servant de surface de travail en hauteur adaptés ainsi que des problèmes d'espace dus à des contraintes architecturales ou de planification et de coordination des tâches.

L'amélioration des conditions d'exécution du travail commence donc dès la conception et se continue sur le chantier.

##### 9.1.1 La conception

La conception s'applique à trois domaines: les plans et devis, les équipements de travail en hauteur et les matériaux.

TABLEAU 1

**ÂGE ET EXPÉRIENCE DES CHARPENTIERS-MENUISIERS OBSERVÉS  
LORS DU COFFRAGE DE DALLE AVEC ÉCHAFAUDAGES PORTANTS**

	Âge (ans)	Expérience dans le métier (ans)	Expérience dans la compagnie
Chantier no 1	51	30	12 sem.
	54	25	2 sem.
	55	37	3 sem.
	56	30	7 ans
	57	26	8 ans
	58	19	33 ans
	59	16	11 ans
	61	25	25 ans
Chantier no 2	37	13	13 ans
	40	20	18 ans
Chantier no 3	34	5	7 sem.
	24	4	7 sem.

**6.3 Planchers et surfaces de travail sur les échafaudages**

Les matériaux servant de surface de travail sur les échafaudages sont variés comme le montre la figure 2. Ainsi, le charpentier-menuisier travaille directement en appui sur la structure d'échafaudage ou utilise comme plancher d'échafaudage différents matériaux.

Nous allons examiner tout d'abord l'insécurité relative à l'utilisation de ces différentes surfaces de travail et ensuite le choix concernant leur utilisation.

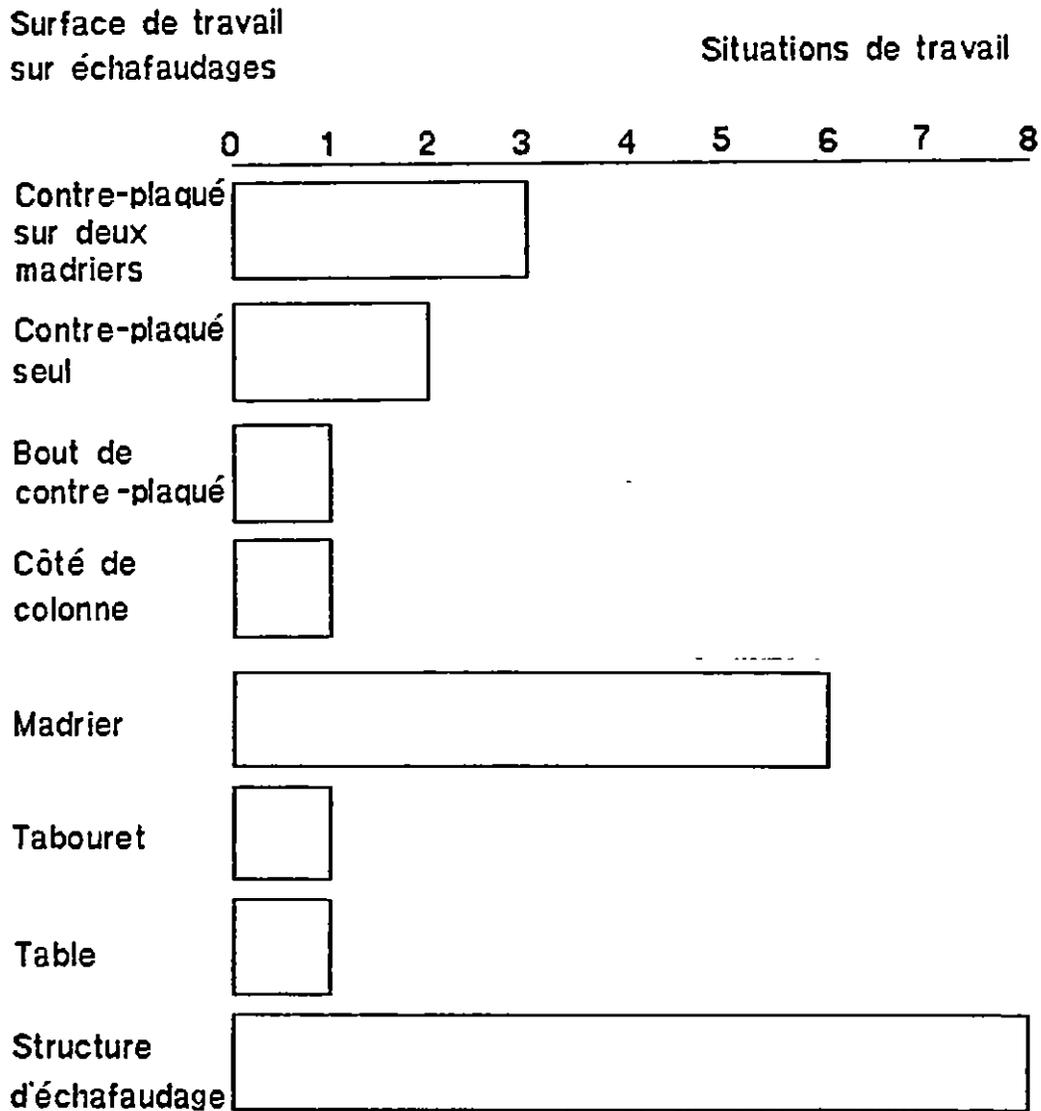


Figure 2: Surfaces de travail en hauteur lors du travail sur les échafaudages portants suivant l'ensemble des situations de travail observées dans les 3 chantiers

## 6.4 Insécurité du travail sur les échafaudages portants

L'insécurité des surfaces de travail en hauteur sur l'échafaudage portant est examinée en fonction de la réglementation, des contraintes d'équilibre et des incidents.

### 6.4.1 Plancher d'échafaudage et réglementation

Les articles 3.9.8 et 3.7.1 du Code de sécurité de la construction (annexe 5) décrivent les caractéristiques requises concernant les planchers d'échafaudage ou les plates-formes de travail. Les caractéristiques du plancher ou de la surface de travail ne correspondent pas à celles prescrites. Le plancher ne couvre pas toute la partie inférieure du boulin et n'a généralement pas la largeur minimale requise de 480 mm.

Le code de sécurité de la construction prescrit des madriers de dimension nominale de 50 mm x 250 mm qui ne se retrouvent pas sur le chantier comme matériaux de construction. Pour cette raison, l'utilisation d'une demi-feuille de contre-plaqué sur deux madriers est généralement considérée comme équivalente aux prescriptions du code. En effet, elle offre une résistance suffisante. Cependant, elle ne couvre pas entièrement les boulins, ce qui risque d'engendrer des difficultés d'équilibre lors de l'exécution de la tâche.

#### A) L'utilisation de la structure d'échafaudage comme seul appui des pieds

La structure d'échafaudage est utilisée comme surface d'appui des pieds dans toutes les situations de travail observées (figure 2). Cette condition révèle l'inadaptation du système plancher-échafaudage dans l'exécution de certaines tâches. Des exemples vont permettre de préciser ces inadaptations.

- Les madriers ou la demi-feuille de contre-plaqué ne couvrent pas complètement les boulins. Cette situation oblige le charpentier-menuisier à prendre appui directement sur la structure d'échafaudage, lorsqu'il doit se rapprocher pour

exercer plus efficacement un effort. Par exemple, lorsque le support de longeron s'emboîte difficilement.

- La hauteur du plancher peut être suffisante pour réaliser certaines tâches comme emboîter les supports de longerons, les ajuster, placer les longerons, et trop basse pour fixer les longerons. Dans ce cas, le charpentier-menuisier monte sur la structure. Cette situation dépend du type d'échafaudage et de la hauteur de réglage de la vis de support de longeron. Dans le chantier no 1, le support de longeron devant être ajusté pratiquement au maximum de sa hauteur, le charpentier-menuisier doit grimper le plus souvent sur la structure de l'échafaudage. À cette hauteur, il évite le travail les bras au-dessus des épaules, ce qui est très pénible, et il lui est possible de voir et de contrôler ainsi son activité gestuelle.

La structure d'échafaudage, principalement les boudins, constitue également l'unique moyen d'accès à la surface de travail sur l'échafaudage.

#### B) La qualité du bois du plancher d'échafaudage

La qualité du bois ne correspond pas toujours aux normes du Code. Les demi-feuilles de contre-plaqué sont parfois en mauvaise condition et montrent des signes d'usure (trou, fente, bord usé, bois creusé, béton collé, etc.). En effet, elles servent de plancher de travail; lorsque trop usées, elles ne sont plus utilisables comme peau coffrante. Le plus souvent, la consigne sur le chantier veut que les feuilles neuves soient uniquement utilisées pour servir de peau coffrante.

Pour sa sécurité, le travailleur, lorsqu'il a des doutes, teste la solidité de la feuille de contre-plaqué en appuyant fortement dessus avec ses pieds. Cette méthode permet au travailleur d'évaluer sommairement la solidité du plancher, mais elle comporte également ses propres limites: la feuille de contre-plaqué peut céder lors du test. De plus, le test ne peut en garantir une solidité suffisante lors de l'appui au cours du travail.

#### 6.4.2 Les contraintes d'équilibre lors du travail sur l'échafaudage

##### A) Méthode d'analyse des résultats

Les données servant à l'analyse des résultats correspondent aux observations des charpentiers-menuisiers qui travaillent dans chacune des quatre équipes observées dans le chantier no 1. Elles se rapportent à quatre heures d'observation effectuées par le même observateur dans des conditions climatiques et temporelles identiques.

Les calculs statistiques portent sur l'ensemble des charpentiers-menuisiers puisqu'il s'agit principalement d'évaluer les contraintes d'utilisation des surfaces de travail: feuille de contre-plaqué, madrier et structure d'échafaudage.

La position debout est nettement la posture de travail la plus fréquente (tableau 2). Par conséquent, les contraintes d'équilibre ont été évaluées relativement à cette posture, le nombre de données étant trop faible pour les autres postures.

TABLEAU 2

POURCENTAGE DES POSTURES ADOPTÉES PAR LES CHARPENTIERS-MENUISIERS  
LORS DU TRAVAIL SUR LES ÉCHAFAUDAGES

Postures	Debout	Accroupi	À genoux	Assis
Fréquence	83%	8%	7%	3%

##### B) L'augmentation du polygone de sustentation

Lors du travail sur l'échafaudage, l'augmentation du polygone de sustentation se manifeste par l'utilisation d'une deuxième surface d'appui, en l'occurrence la structure de l'échafaudage (photo 4). Cette situation témoigne de l'insuffisance du plancher et la recherche d'un meilleur équilibre pour exécuter le travail.

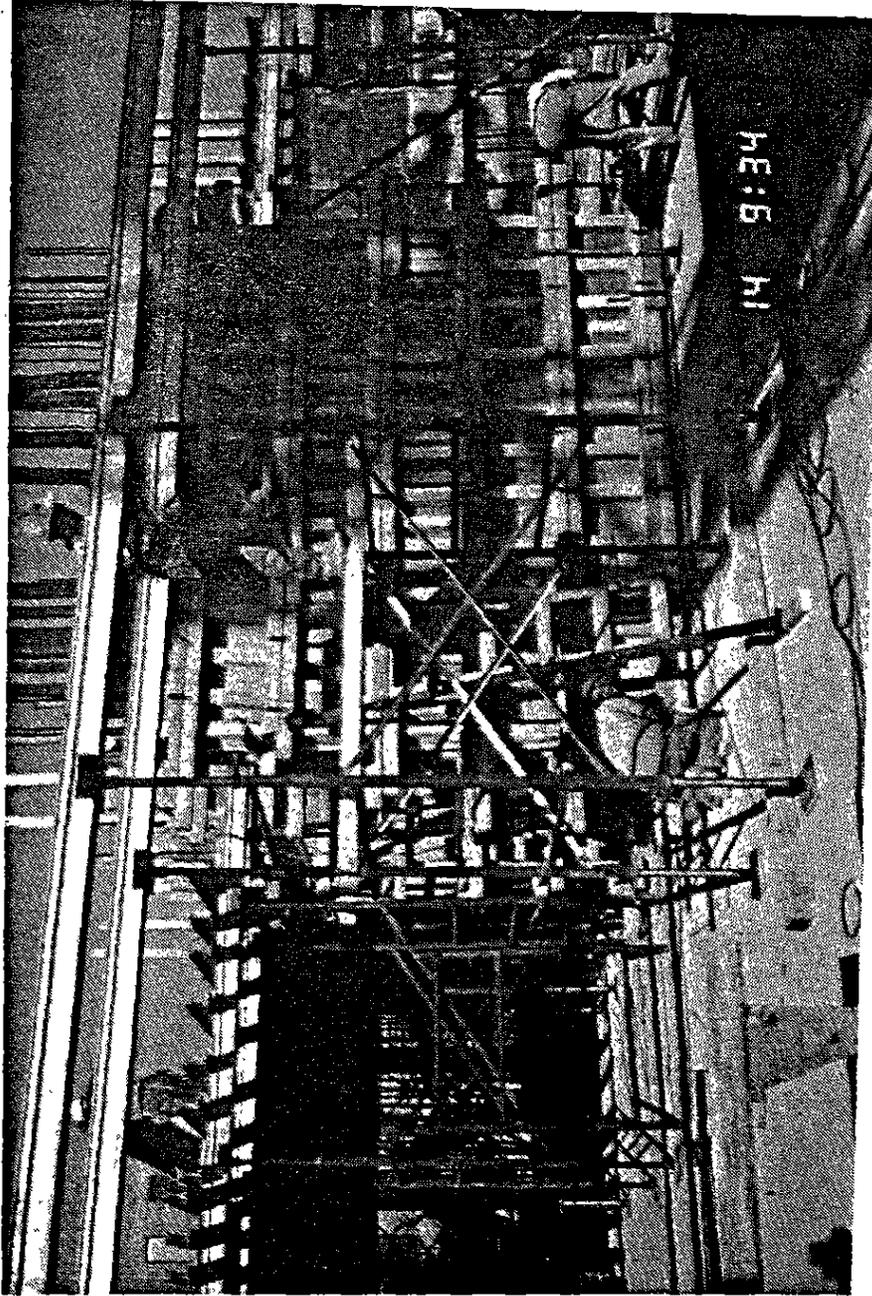


PHOTO 4 CHARPENTIER-MENUISIER EN APPUI UN PIED SUR LE PLANCHER D'ÉCHAFAUDAGE  
ET L'AUTRE SUR LA STRUCTURE D'ÉCHAFAUDAGE

1) L'augmentation du polygone de sustentation selon l'ensemble des sous-tâches

L'utilisation du madrier comme plancher d'échafaudage par rapport au contre-plaqué nécessite davantage l'appui d'un pied sur la structure de l'échafaudage, comme le montre la figure 3.

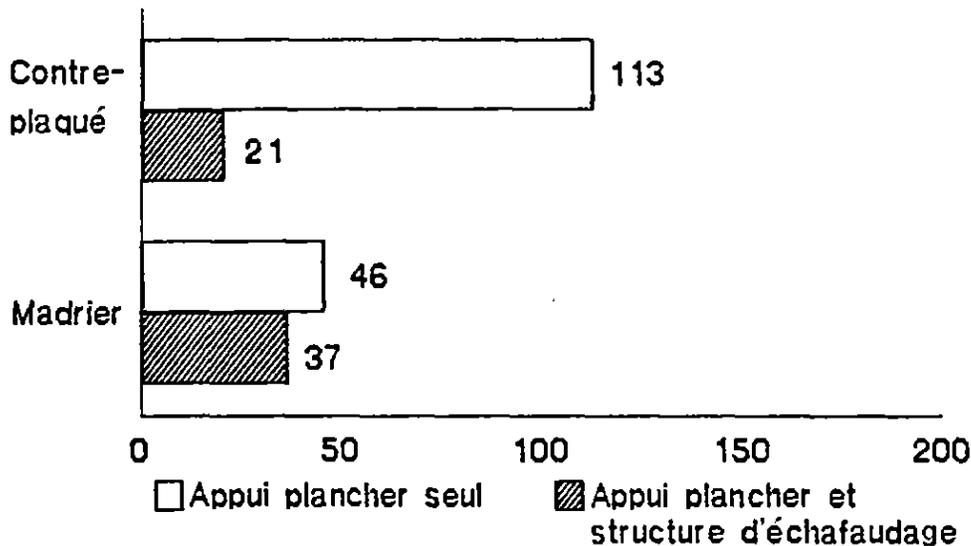


Figure 3: Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage  
( $X^2 = 22$ ;  $p < 0,001$ )

Cette situation s'explique à cause de l'étroitesse du madrier par rapport au contre-plaqué. Le madrier ou la feuille de contre-plaqué sont placés au centre de la membrure horizontale (boulon) de l'échafaudage.

La feuille de contre-plaqué nécessite, à l'occasion, un appui du pied sur la structure d'échafaudage, du fait qu'elle ne couvre pas entièrement la membrure horizontale.

La position en appui un pied sur la structure d'échafaudage et l'autre sur le plancher favorise un meilleur accès pour exécuter le travail, mais rend la posture plus instable. En effet, le pied appuyé sur le boulin cylindrique ou le croisillon incliné peut glisser plus facilement, particulièrement lorsque les surfaces sont humides ou glacées. Pour s'assurer d'une meilleure stabilité, le travailleur se tient avec une main ou appuie une partie de son corps contre la structure. Toutefois, cela n'est pas toujours possible de par les gestes de travail à effectuer. L'appui sur le croisillon comporte un danger supplémentaire, celui-ci pouvant se détacher si le système de fixation fait défaut sous l'effet des forces d'appui exercées.

2) L'augmentation du polygone de sustentation suivant chaque sous-tâche

L'influence de l'utilisation du plancher de madrier sur l'augmentation du polygone de sustentation par rapport à l'utilisation du plancher de contre-plaqué est significative pour les sous-tâches: placer les supports de longeron, ajuster les supports de longeron et fixer le longeron (figures 4, 5 et 6). Elle n'est pas significative dans le cas de placer les longerons (figure 7). Dans ce dernier cas, il faut se garder de conclure trop rapidement qu'il n'existe pas de contraintes d'équilibre plus élevées lors du travail sur madrier par rapport au travail sur la feuille de contre-plaqué. Ce résultat peut plutôt indiquer les limites de la méthode d'évaluation des contraintes d'équilibre. En effet, contrairement aux autres sous-tâches pour placer le longeron, le travailleur n'a pas besoin de se rapprocher du bord de l'échafaudage. Cependant, cette sous-tâche nécessite la manutention de charge (longeron). Il est probable que le charpentier-menuisier effectue un effort musculaire plus important particulièrement au niveau du dos, du fait des limites de la surface du polygone de sustentation imposées par l'étroitesse de la surface d'appui. Toutefois, à notre connaissance, il n'existe pas de recherches sur le problème d'efforts de manutention en regard de l'étroitesse de la surface d'appui des pieds.

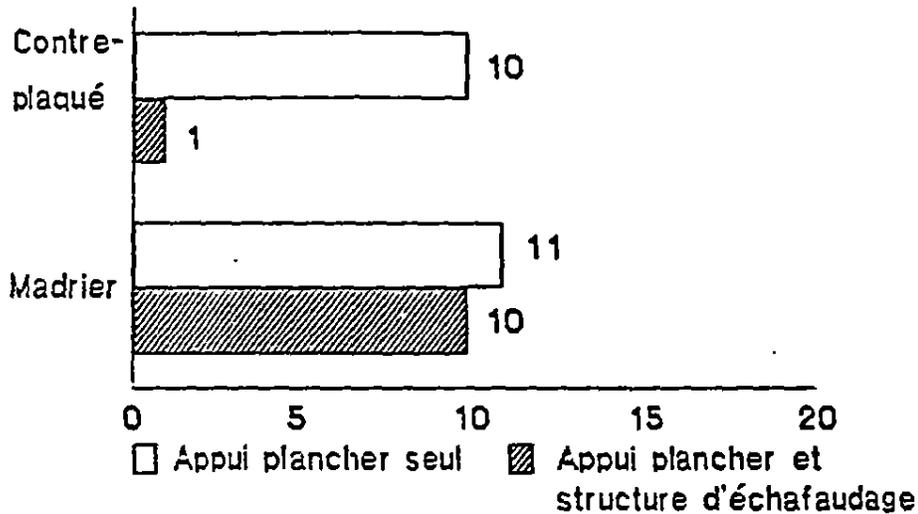


Figure 4 - Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage lors du placement des supports de longerons ( $\chi^2 = 5.46; p < 0.025$ )

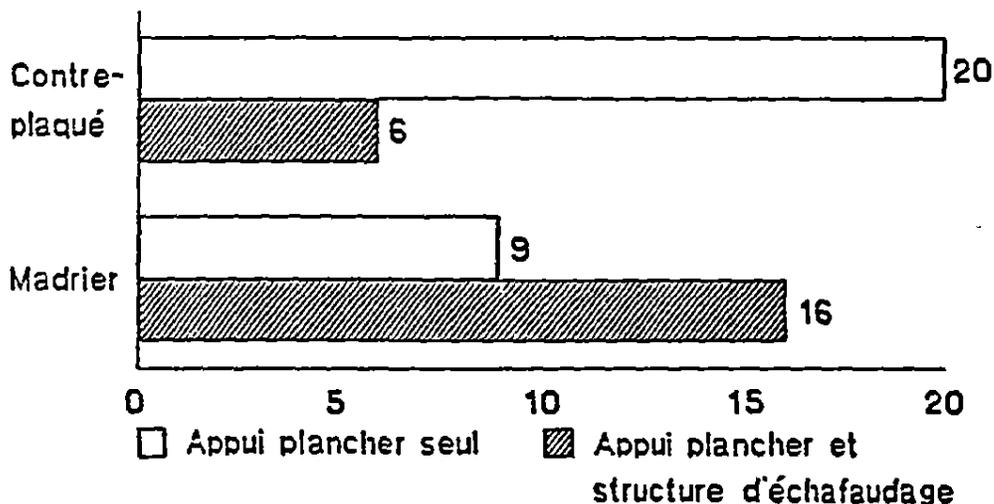


Figure 5 - Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage lors de l'ajustement des supports de longerons ( $\chi^2 = 7.99; p > 0.01$ )

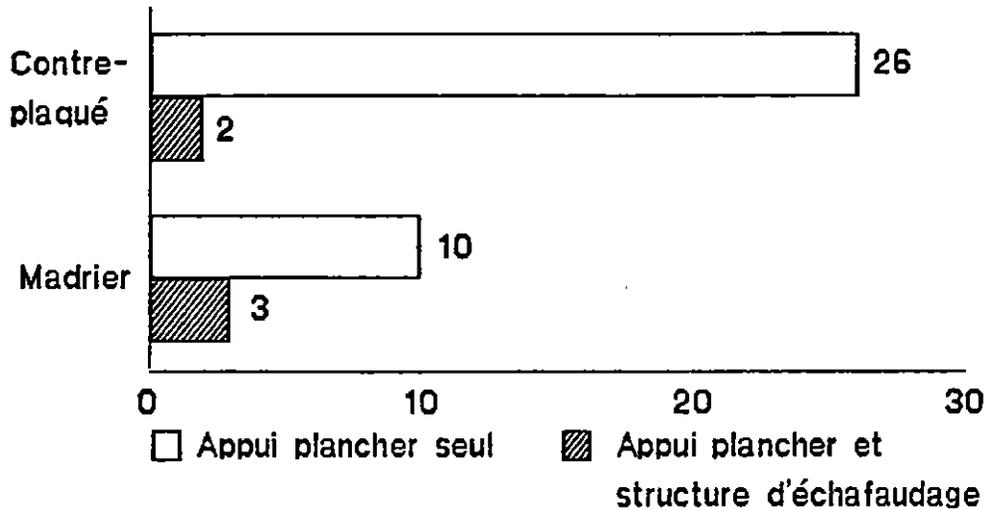


Figure 6: Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage lors du placement des longerons ( $X^2 = 0,96$ ;  $p < 0,5$ )

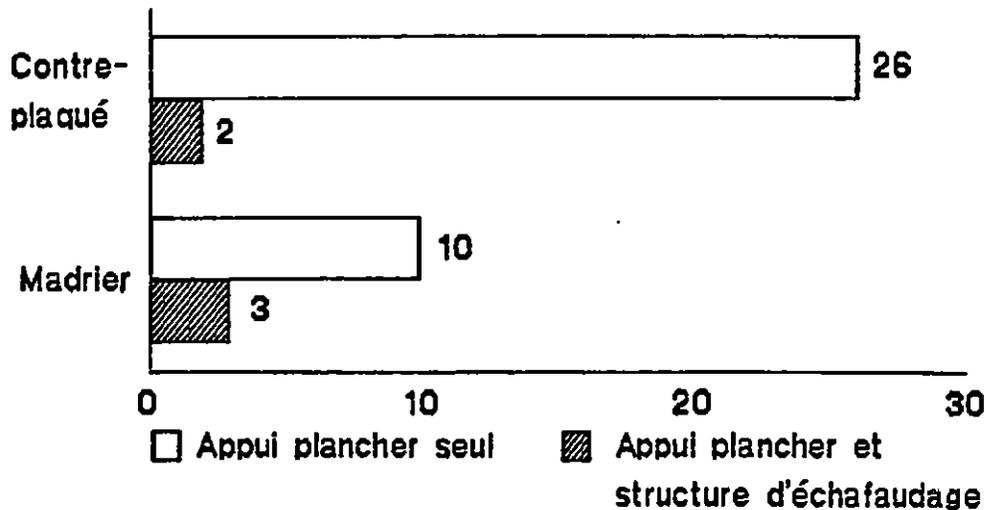


Figure 7: Nombre d'utilisations d'une ou deux surfaces d'appui des pieds selon le plancher d'échafaudage lors du placement des longerons ( $X^2 = 0,96$ ;  $p < 0,5$ )

C) La position du dos

L'étroitesse de la surface d'appui sur l'échafaudage peut également engendrer des difficultés d'accès au plan de travail (zone de manipulation du matériel et des outils). Ces difficultés peuvent se manifester notamment par l'adoption de postures penchées et/ou en torsion. Nous avons donc analysé l'influence des surfaces de travail sur la fréquence d'apparition de ces postures contraignantes.

1) Le travail le dos penché

- Le travail le dos penché selon l'ensemble des sous-tâches

Le travail en appui les deux pieds sur le plancher d'échafaudage ou un pied appuyé sur la structure d'échafaudage n'influence pas l'adoption de postures penchées (figure 8). La raison en est simple: l'appui un pied sur la structure d'échafaudage évite de devoir se pencher pour atteindre le plan de travail.

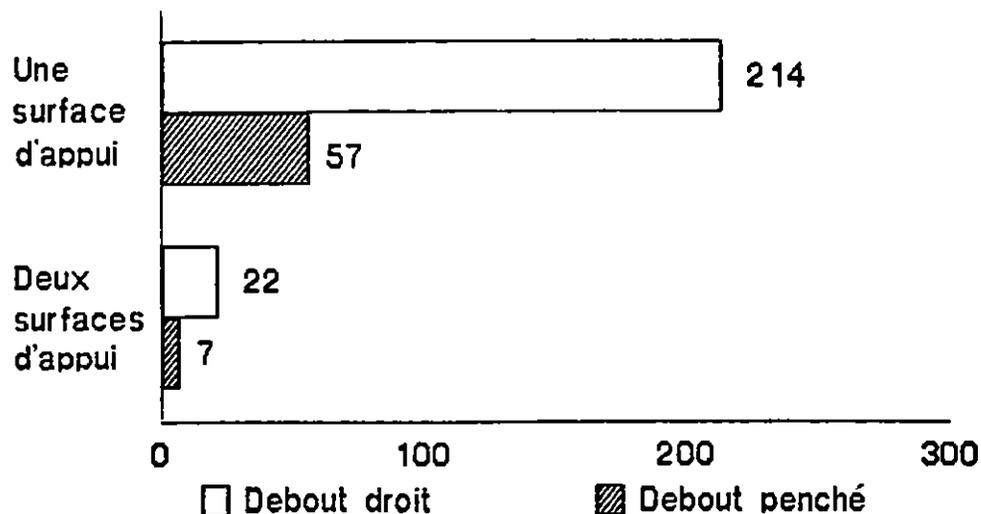


Figure 8: Nombre de postures debout droit ou penché suivant que les pieds reposent sur le plancher d'échafaudage ou le plancher et la structure de l'échafaudage ( $X^2 = 0.23$ ;  $p < 0.9$ )

La différence dans l'adoption des postures penchées suivant les surfaces d'appui n'apparaît significative qu'entre le plancher de contre-plaqué et la structure d'échafaudage (figure 9).

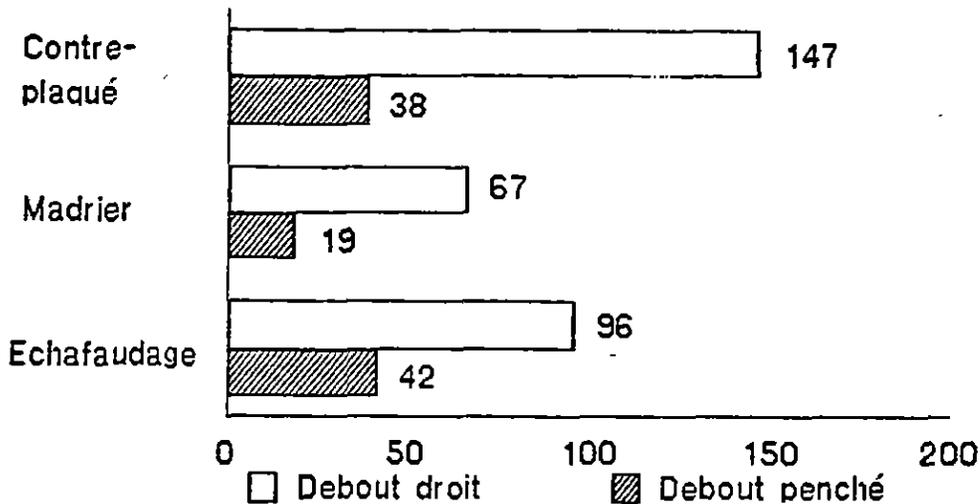


Figure 9: Nombre de postures debout droit ou penché suivant l'utilisation des différentes surfaces d'appui des pieds sur l'échafaudage (CP/M:  $X^2 = 0,10$ ;  $p = 0,75$  -- M/E:  $X^2 = 3,40$ ;  $p = 0,1$  -- CP/E:  $X^2 = 5,61$ ;  $p < 0,025$ )

Le charpentier-menuisier sur l'échafaudage se penche plus fréquemment du fait qu'il se trouve près de son plan de travail. Par conséquent, il doit se placer au-dessus de celui-ci afin de disposer de suffisamment d'espace de mouvement des membres supérieurs et de pouvoir contrôler visuellement son travail. Cette explication justifie également une différence significative entre le madrier et la structure d'échafaudage pour être en accord avec l'interprétation précédente. Le  $khi^2$  étant de 3,40 relativement près du seuil d'acceptation (3,84 pour un degré de liberté avec  $p = 0,05$ ), il est possible que le test ne soit pas significatif à cause du nombre de données insuffisantes.

La différence non-significative entre le plancher de contre-plaqué ou de madrier montre que l'étroitesse de la surface d'appui n'influence pas l'adoption de postures penchées. Ceci confirme les explications précédentes, le charpentier-menuisier préfère appuyer un pied sur la structure d'échafaudage plutôt que de travailler le dos penché, ce qui nous a été confirmé par les charpentiers-menuisiers.

- Le travail le dos penché selon chaque sous-tâche

Les résultats de la figure 10 montrent une différence significative entre la sous-tâche, placer les supports de longeron, et les trois autres sous-tâches. Il existe également une différence significative entre les sous-tâches, poser les longerons et fixer les longerons. Ces résultats s'expliquent par les exigences différentes et plus ou moins importantes présentes dans chacune des sous-tâches.

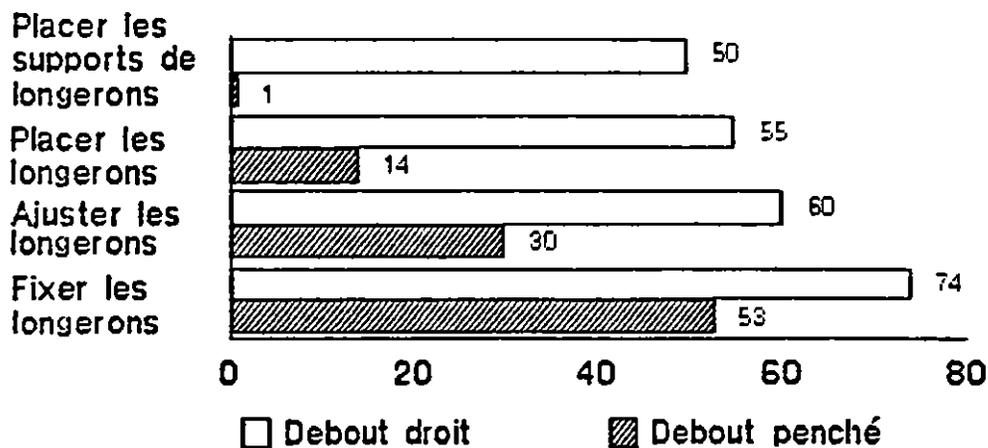


Figure 10 - Nombre de postures debout droit ou penché selon la sous-tâche lors du travail sur l'échafaudage portant (PL/AL:  $X^2 = 2.99$   $p < 0,1$  -- AL/FL:  $X^2 = 1.28$ ;  $p < 0.5$  PL/FL:  $X^2 = 9.9$ ;  $p < 0.01$ )

- Le placement des supports de longeron

Le support de longeron est emboîté dans les membrures verticales de l'échafaudage. Le plan de travail à partir du plancher ou de la structure d'échafaudage ne nécessite pas de se pencher. Lorsque le support de longeron est plus difficile à emboîter à cause de la déformation des tubes, le charpentier-menuisier s'appuie directement sur la structure d'échafaudage. Il se trouve ainsi dans une meilleure position (plus rapprochée) pour enfoncer le support.

- L'ajustement du support de longeron

La position penchée pour ajuster le support de longeron dépend de la façon dont le travailleur se place: en appui direct sur la structure de l'échafaudage, la vis de réglage peut se trouver plus basse; l'éloignement du plancher de madrier ou de contre-plaqué peut être compensé par l'appui d'un pied sur la structure d'échafaudage ou le travail des membres supérieurs en extension.

- La pose de longeron

La pose des longerons s'effectue généralement à partir du plancher de l'échafaudage. Parfois, le charpentier-menuisier se penche pour positionner le longeron sur la mâchoire du support. Il agit ainsi pour contrebalancer le moment des forces du fait de la longueur du longeron, et abaisser son centre de gravité pour maintenir un meilleur équilibre.

- La fixation des longerons

La fixation des longerons nécessite davantage de postures penchées. Cela s'explique, d'une part, à cause du plan de travail trop bas par rapport à l'appui sur la structure d'échafaudage et, d'autre part, du fait de la nécessité d'atteindre l'échafaudage du côté extérieur et donc, de contourner le support de longeron.

La posture penchée apparaît donc influencée par l'appui direct sur la structure de l'échafaudage et par la position de travail requise par certaines sous-tâches. Dans ce dernier cas, le charpentier-menuisier pour éviter la posture penchée en appuyant un pied sur la structure d'échafaudage.

2) Le travail le dos en torsion

- Le travail le dos en torsion selon l'ensemble des sous-tâches

Le fait d'avoir les deux pieds sur le plancher ou un pied sur le plancher et l'autre sur la structure de l'échafaudage n'influence pas la position du dos en torsion (figure 11).

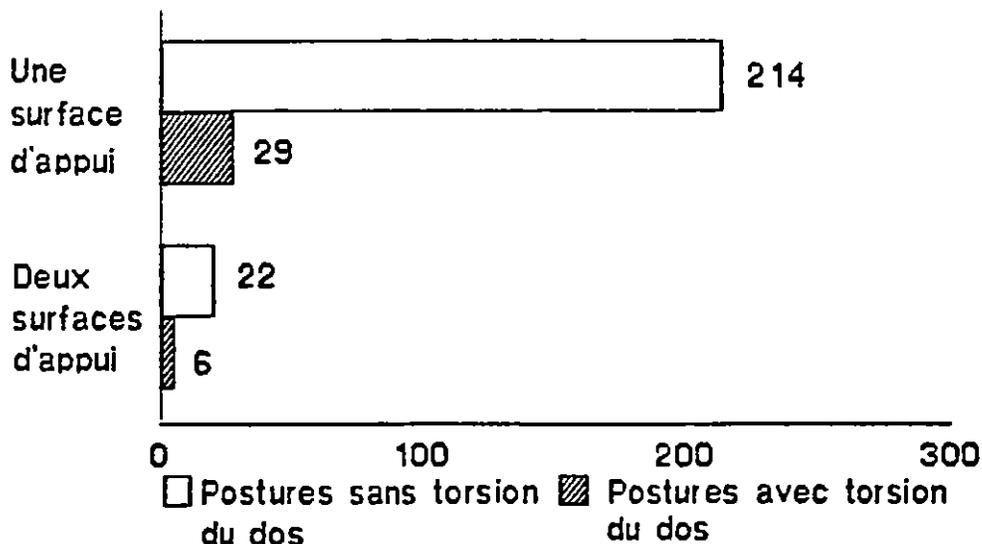


Figure 11: Nombre de postures debout avec ou sans torsion du dos suivant que les pieds reposent sur une ou deux surfaces d'appui ( $\chi^2 = 1.3$ ;  $p < 0.5$ )

L'influence résulte du type de surface d'appui (figure 12). Principalement, la posture en appui directement sur la structure d'échafaudage nécessite davantage de torsion du dos comparé à l'appui sur le contre-plaqué ou le madrier.

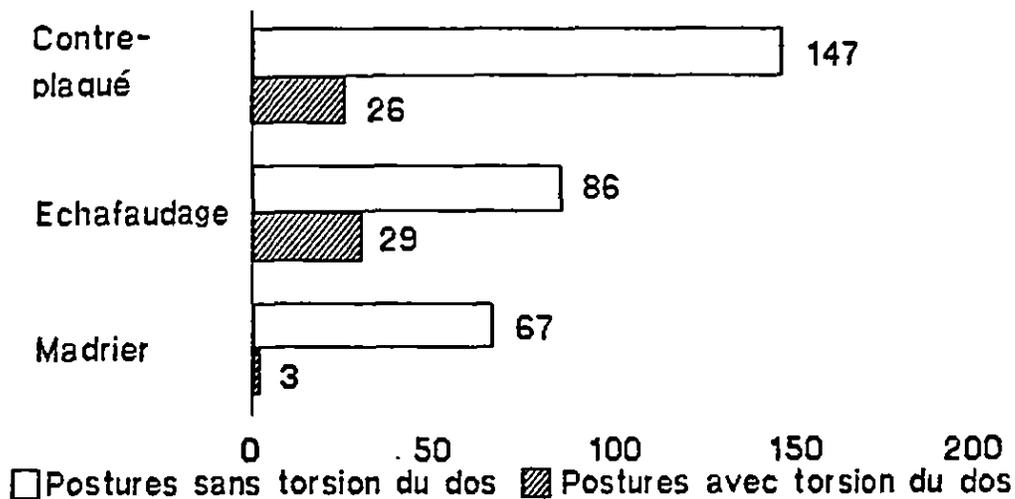


Figure 12: Nombre de postures debout avec ou sans torsion du dos selon la surface d'appui des pieds sur l'échafaudage (CP/E:  $\chi^2 = 4,6$ ;  $p < 0,05$  -- E/M:  $\chi^2 = 13,05$ ;  $p < 0,001$  -- CP/M:  $\chi^2 = 5,45$ ;  $p < 0,025$ )

Les résultats montrent également un plus grand nombre de torsion du dos lors du travail en appui sur le contre-plaqué par rapport au madrier. Cela signifierait que les contraintes d'équilibre sur le madrier n'influenceraient pas, dans la présente étude, les postures le dos en torsion.

L'analyse des données comparant les torsions du dos et les surfaces d'appui utilisées selon les différentes sous-tâches effectuées va permettre de préciser cet aspect.

- Surface d'appui et position du dos en torsion suivant les sous-tâches

L'influence de la sous-tâche sur la position le dos en torsion est significative entre fixer le longeron et poser les supports de longeron. Par contre, aucune influence significative n'apparaît entre chacune de ces deux sous-tâches et les deux autres sous-tâches (figure 13).

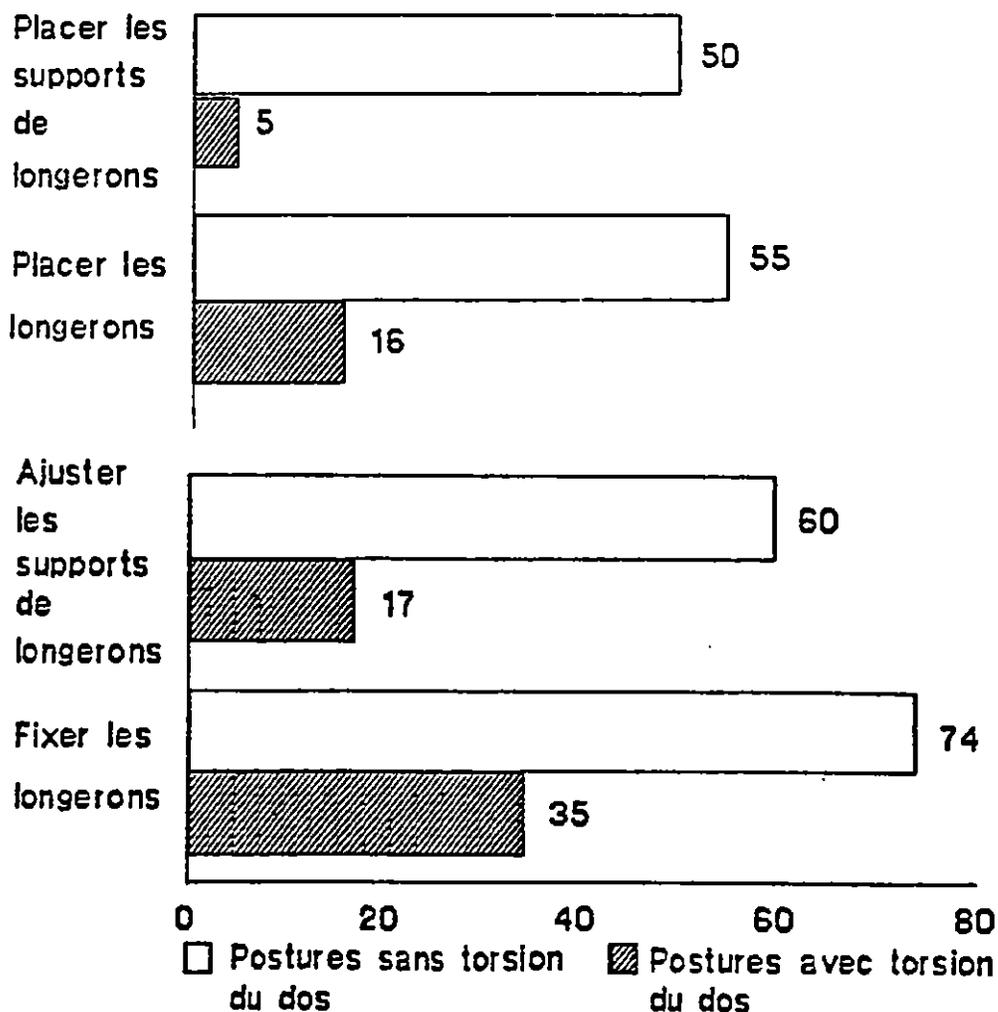


Figure 13: Nombre de postures debout avec ou sans torsion du dos suivant la tâche effectuée sur l'échafaudage portant ( $X^2_{v=3} = 10,68; p < 0,025$ )

La sous-tâche, fixer les longerons, nécessite davantage de torsion du dos que la pose du support des longerons. Compte tenu du nombre de données, aucune autre différence n'apparaît avec les autres sous-tâches. Par ailleurs, les résultats de la figure 14 montrent qu'il n'existe pas de différence significative entre les différentes sous-tâches dans le choix du plancher d'échafaudage, notamment le plancher de madrier par rapport au plancher de contre-plaqué.

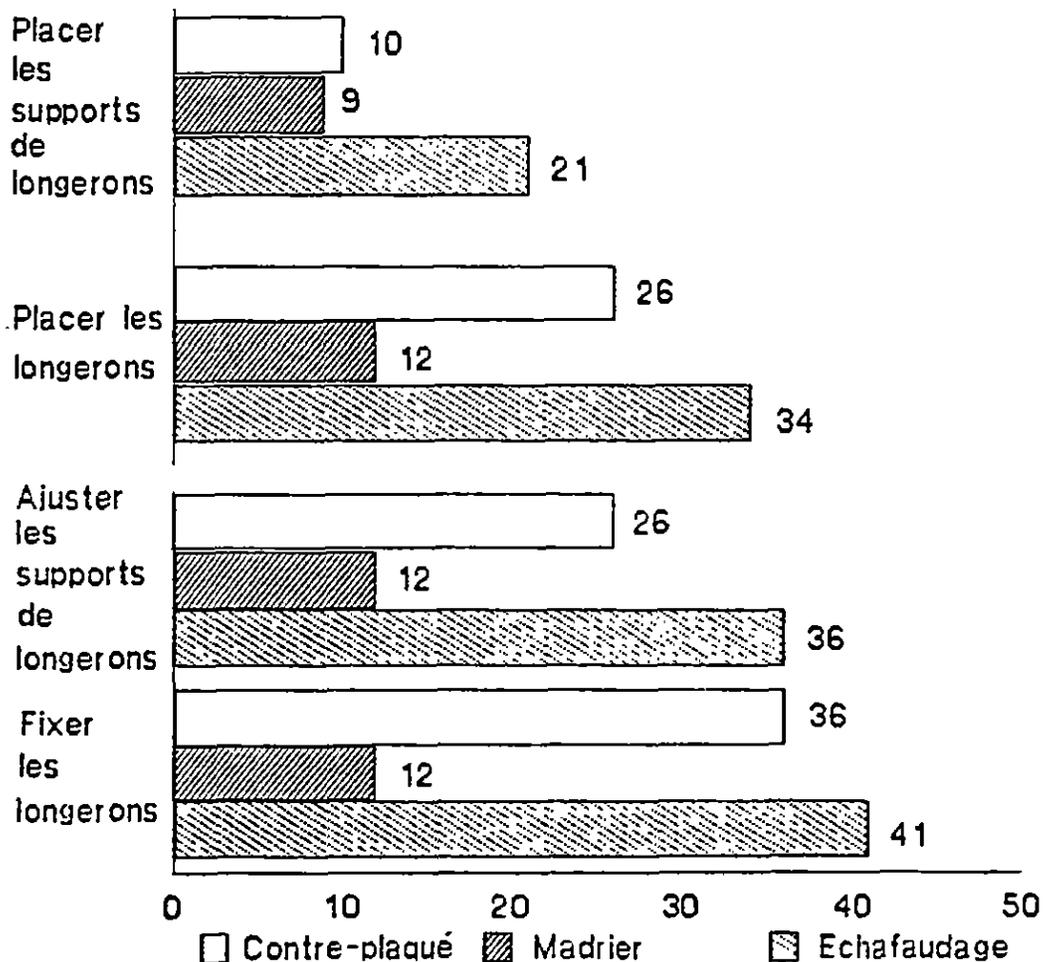


Figure 14: Nombre d'utilisations des surfaces d'appui des pieds selon la sous-tâche lors du travail sur l'échafaudage portant (CP/E:  $\chi^2_{v=3} = 1.66$ ;  $p < 0.75$  -- M/E:  $\chi^2_{v=3} = 0.27$ ;  $p < 0.975$  -- CP/M:  $\chi^2_{v=3} = 3.06$ ;  $p < 0.5$ )

Ainsi, on peut expliquer les résultats de la figure 12 montrant plus de torsion avec le plancher de contre-plaqué que le plancher de madrier, non pas par l'influence du type d'appui mais par l'influence de la sous-tâche, fixer les longerons. En effet, s'il n'existe pas de différence entre les sous-tâches sur le choix de la surface de travail, la sous-tâche fixer les longerons nécessite davantage de positions de travail le dos en torsion.

D) Conclusion de l'analyse des contraintes d'équilibre

L'influence des surfaces de travail sur les contraintes d'équilibre révèle les principaux aspects suivants:

- l'étroitesse du plancher d'échafaudage résultant de l'utilisation de madrier (4" x 4" ou 4" x 6") oblige le travailleur à prendre appui avec un pied sur la structure d'échafaudage;
- l'appui d'un pied sur la structure d'échafaudage se retrouve également, dans une moindre mesure, avec l'utilisation du plancher de contre-plaqué puisque celui-ci ne recouvre pas entièrement la membrure horizontale de l'échafaudage;
- le travail en appui avec un pied sur la structure de l'échafaudage est préféré à l'adoption d'une posture penchée pour compenser les difficultés d'atteinte du plan de travail causées par l'étroitesse de la surface d'appui;
- le travail sur l'échafaudage entraîne des contraintes posturales plus importantes, particulièrement en ce qui concerne la position penchée et le travail le dos en torsion;
- La tâche de fixation des longerons nécessite davantage de postures à la fois penchées et le dos en torsion.

Il est maintenant nécessaire de mieux expliquer le lien entre les contraintes d'équilibre et l'insécurité de la situation. L'étude des incidents va nous le permettre.

### 6.4.3 Les incidents lors du travail sur l'échafaudage

Lors des observations de l'activité de travail sur les échafaudages, certains incidents se sont produits. L'incident est défini de façon opérationnelle comme l'interruption d'une activité ou de son résultat attendu. Nous avons recueilli les différents incidents suivants:

- le travailleur échappe du matériel (support de longeron, longeron, cale) ou un outil (marteau);
- le travailleur se frappe avec du matériel ou un outil;
- le travailleur n'arrive pas à emboîter un support de longeron dans la membrure verticale du cadre de l'échafaudage à cause de la déformation de sa section;
- le croisillon se détache du cadre;
- le travailleur glisse et tombe sur la dalle en grim pant à l'échafaudage par le croisillon ou la vis de réglage du pied du vérin.

Certains liens peuvent être établis entre ces incidents et la perte d'équilibre. Les deux derniers incidents notamment, correspondent à des mécanismes connus de la perte d'équilibre dus, soit à la surface d'appui qui cède (le croisillon se détache), soit à la perte du point d'appui (le travailleur glisse). Cette perte du point d'appui s'explique généralement par le fait de glisser ou de manquer l'appui. Nous proposerons une troisième explication.

Pour assurer son équilibre, le charpentier-menuisier peut, soit augmenter son polygone de sustentation, soit utiliser un troisième point d'appui (main ou autre partie du corps). Cette dernière méthode est surtout utilisée lorsqu'il se trouve sur une surface de travail très étroite (la structure d'échafaudage) ou s'il travaille en position penchée à partir du plancher d'échafaudage.

Le charpentier-menuisier doit donc réaliser deux activités simultanées, une activité de maintien de l'équilibre et une activité de production nécessitant la manipulation d'outil, de matériel. Ces deux activités peuvent requérir, à un moment donné, les mêmes fonctions de l'organisme (main ou autre partie du corps) et devenir ainsi incompatibles. Ce conflit de fonction entraîne des incidents tels qu'échapper l'outil, se frapper ou perdre l'équilibre qui peuvent se traduire par des blessures et donc des accidents de travail. De plus, cette incompatibilité entre ces activités requérant l'utilisation d'une même fonction peut être aggravée par diverses conditions:

- le matériel en mauvais état (le système de fixation des croissillons hors d'usage, les tubes des supports ou des cadres de l'échafaudage déformés, le levier de la vis de réglage brisé, etc.);
- des échafaudages plus instables du fait de la conception du montage du coffrage. C'est ainsi que sur un chantier, les longrines sont formées de deux madriers (4" x 4") cloués ensemble. La hauteur de la longrine est ici plus grande que sa base, alors que généralement c'est l'inverse. Le montage est correct du point de vue technique une fois que tous les échafaudages sont solidaires. Cependant, lors du montage, l'échafaudage est instable et la première membrure horizontale est beaucoup plus haute. Cette situation rend plus difficile l'accès pour grimper sur l'échafaudage. Nous avons ici l'exemple d'une bonne conception sur le plan technique mais d'une mauvaise conception pour l'exécution du travail et la sécurité lors du montage des échafaudages;
- le plancher peut être incliné du fait de l'assemblage qui ne prend pas en compte la dissymétrie entre la première membrure horizontale et l'extrémité des tubes qui n'est pas la même en haut et en bas du cadre. Ainsi, si un cadre est placé l'un d'un côté et l'autre du côté différent, les membrures horizontales ne seront pas au même niveau;

- la fatigue qui engendre des difficultés de coordination sensori-motrices;
- les intempéries qui rendent les surfaces d'appui glissantes et le froid qui engourdit le travailleur.

La mise en évidence comme mécanisme à l'origine d'accident de conflits entre gestes de maintien de l'équilibre et gestes nécessaires à la production, montre qu'il n'est pas possible de compter exclusivement sur la seule habileté du travailleur pour faire face aux contraintes d'équilibre, du fait de l'inadaptation du matériel à la tâche. Il est nécessaire d'améliorer les conditions d'exécution du travail.

La conception de l'échafaudage devrait permettre d'intégrer le plancher à l'ensemble de la structure en considérant les exigences posturales requises pour effectuer la tâche. Les améliorations techniques nécessitent le choix de plancher léger et robuste couvrant la largeur des boudins. Le design de l'échafaudage portant, y compris le support des longerons, devrait permettre l'exécution de toutes les activités à partir du plancher sans devoir grimper sur la structure.

Le problème n'est cependant pas exclusivement technique. Dans cette dernière partie, nous allons essayer de comprendre comment les charpentiers-menuisiers effectuent les choix par rapport aux divers matériaux présents sur le chantier et susceptibles de servir de plancher d'échafaudage portant.

## 6.5 Le choix des matériaux servant de surface de travail sur les échafaudages

### 6.5.1 Les stratégies de renouvellement des surfaces de travail en hauteur

Le tableau 3 montre les différents matériaux employés pour servir de surfaces de travail en hauteur par les équipes travaillant sur les échafaudages portants dans les trois chantiers.

- Le chantier no 1: les équipes A et B (coffrage de la dalle autour de la colonne) et D se servent de façon régulière de matériel comme surface de travail (madrier ou feuille de contre-plaqué). L'équipe C utilise, au début, directement la structure d'échafaudage et se sert par la suite systématiquement d'une feuille de contre-plaqué clouée sur deux madriers.
- Les chantiers nos 1, 2 et 3: les équipes B (coffrage de dalles), E et G utilisent de façon occasionnelle le matériel le plus proche susceptible de servir de surface de travail.
- Le chantier no 3: l'équipe F se sert uniquement de la structure d'échafaudage portant.

Ces données permettent de dégager deux stratégies dans la façon de planifier et d'utiliser le matériel comme surface de travail.

La première stratégie consiste à choisir un matériel et de l'utiliser régulièrement par la suite comme plancher d'échafaudage. Les équipes A, B, C et D se trouvent dans cette situation.

La deuxième stratégie ne prévoit pas l'utilisation régulière de matériel spécifique. Les équipes utilisent comme surface de travail surtout la structure d'échafaudage et à l'occasion, elles peuvent utiliser un matériau comme plancher. Les équipes B, E et G se trouvent dans cette situation. L'équipe F utilise uniquement la structure de l'échafaudage.

Ces stratégies de planification dans l'utilisation de matériaux comme surface de travail en hauteur doivent être comprises et précisées en rapport aux différentes contraintes pouvant influencer l'activité du charpentier-menuisier.

**TABEAU 3 ÉQUIPEMENTS ET MATÉRIAUX CHOISIS COMME SURFACE DE TRAVAIL  
SUR LES ÉCHAFAUDAGES PORTANTS**

CHANTIER	ÉQUIPE	SURFACE D'APPUI	POSE DES SUPPORTS DE LONGERONS	RÉGLAGE DE LA HAUTEUR	POSE DES LONGERONS	FIXATION DES LONGERONS
I	A	de base secondaire	CP m —	CP m M - E	CP m E	CP m M - E
	B <sup>1</sup>	de base secondaire	CP m E	CP m E	CP m —	CP m E
	B <sup>2</sup>	de base secondaire	M-E —	E CP - M	E CP	E CP-M
	C	de base secondaire	CP m - E M	CP m - E M	CP m - E M	CP m M
II	D	de base secondaire	2 M E	2 M E	2 M —	E 2 M
	E	de base secondaire	CP - bCP - CC E	E CP	M E	E M
III	F	de base secondaire	E —	E —	E —	E —
	G	de base secondaire	E —	E M	E M	E M

Au cours d'entretiens avec les charpentiers-menuisiers, les critères de choix du matériau utilisé comme plancher d'échafaudage étaient mentionnés:

- la facilité de mise en place du plancher d'échafaudage, d'abord le madrier ensuite la feuille de contre-plaqué sont plus faciles à placer que la feuille de contre-plaqué clouée sur deux madriers;
- la solidité et la rigidité du plancher, le madrier ou la feuille de contre-plaqué clouée sur deux madriers offre une meilleure solidité et rigidité que la feuille de contre-plaqué seule qui fléchit sous le poids du travailleur;
- l'étroitesse de la surface d'appui, les feuilles de contre-plaqué clouées ou non permettent une base d'appui plus large que le madrier.

Aucun des matériaux ne satisfait à l'ensemble de ces critères. Un matériel avantageux selon un critère comporte des inconvénients selon l'autre critère. Par exemple, le madrier est avantageux du fait de sa facilité de mise en place et de sa rigidité, mais a l'inconvénient d'offrir une surface d'appui étroite. Par conséquent, le charpentier-menuisier se trouve confronté à des choix du type de matériau favorisant certains critères au détriment des autres.

Les choix vont dépendre à la fois des propres caractéristiques du charpentier-menuisier et celles de la tâche. Ils peuvent changer en fonction de l'évolution temporelle des éléments considérés, comme par exemple l'accumulation de la fatigue ou l'augmentation des contraintes de temps. La comparaison entre les situations observées suivant les équipes et les chantiers vont permettre d'expliquer un certain nombre de choix effectués.

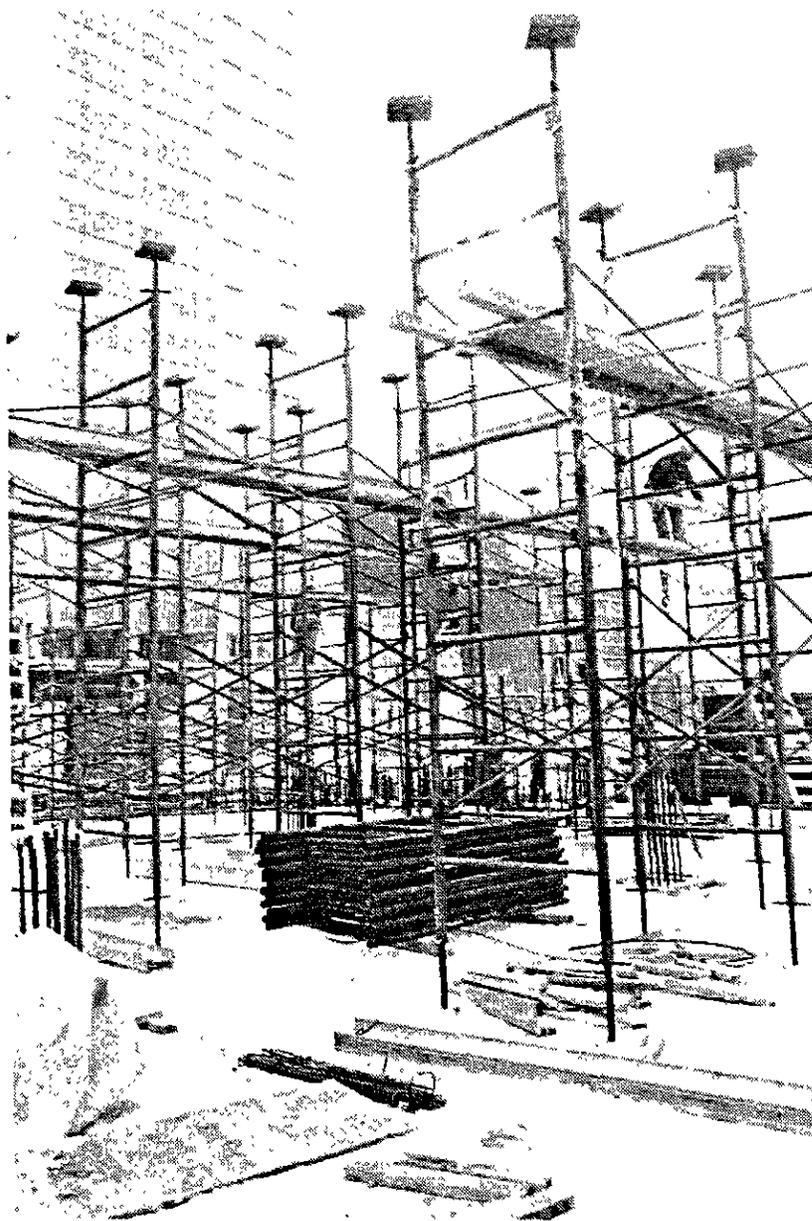


PHOTO 5 MONTAGE DE LA STRUCTURE PORTANTE  
À LA LONGUEUR DE LA DALLE

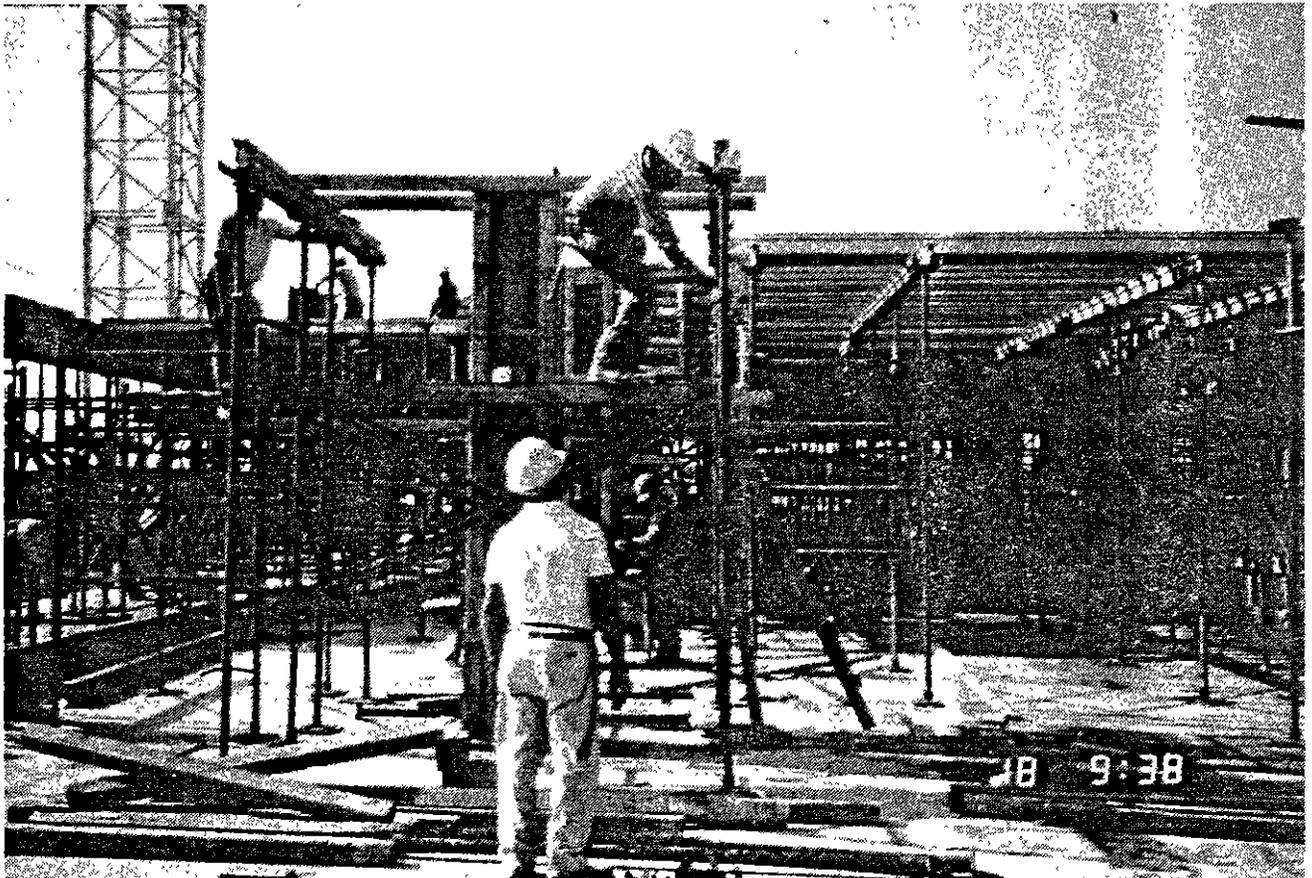


PHOTO 6 MONTAGE DE LA STRUCTURE PORTANTE  
ET DU PLANCHER AUTOUR D'UNE COLONNE

### 6.5.2 La rapidité de renouvellement de la situation de travail

L'importance de la rapidité de renouvellement de la situation de travail apparaît dans l'analyse des données concernant le choix des stratégies et des surfaces de travail entre les différentes équipes dans le chantier no 1. En effet, dans ce chantier, nous pouvons comparer les surfaces de travail et les stratégies utilisées par les différentes équipes lors de l'exécution de deux tâches différentes nécessitant le montage de la structure portante du plancher.

La première tâche consiste à monter la structure portante (échafaudage, longerons), afin de soutenir le plancher de coffrage à la grandeur de la surface de la dalle. Elle demande un ajustement assez grossier de la hauteur et de l'alignement des échafaudages. Il s'agit surtout d'une tâche qui nécessite le renouvellement rapide de la situation de travail: environ 15 à 20 minutes pour monter chaque échafaudage (photo 5).

L'objectif de la deuxième tâche est de monter la structure portante et le plancher de coffrage autour de chaque colonne. Par rapport à la tâche précédente, celle-ci demande une plus grande précision puisqu'il faut également ajuster la verticalité de la colonne. La durée du travail pour effectuer l'ensemble de cette tâche comportant la pose du plancher est plus longue: une heure et demie à deux heures environ (photo 6).

Le tableau no 3 montre que les équipes A et B<sup>1</sup> adoptent la première stratégie et utilisent une surface de plancher plus large (CPm). Les équipes B<sup>2</sup> et C adoptent la deuxième stratégie, tandis que l'équipe D adopte la première stratégie, mais utilise deux madriers comme plancher d'échafaudage.

L'équipe B n'adopte ni la même stratégie, ni les mêmes surfaces d'appui suivant la tâche à effectuer. Pour construire le coffrage de plancher autour des colonnes, elle adopte la première stratégie avec un plancher de contre-plaqué cloué sur des madriers, alors que pour monter des coffrages de plancher à la grandeur de la dalle, on utilise principalement la structure d'échafaudage et occasionnellement, un matériau se trouvant à proximité. Ainsi, l'équipe B

adopte la première stratégie et choisit le matériau servant de surface d'appui suivant les exigences de la tâche qui se différencient ici, à la fois par la précision et la rapidité de renouvellement de la situation de travail.

Cette rapidité de renouvellement de la situation de travail explique également en partie les choix par l'équipe D, d'utiliser deux madriers comme plancher d'échafaudage. En effet, les deux charpentiers-menuisiers de cette équipe nous ont expliqué qu'ils utilisaient les deux madriers comme étant pour eux, le meilleur choix possible entre les contraintes d'équilibre et la facilité de renouvellement de la surface d'appui sur les échafaudages.

Le choix de la surface d'appui se fait également en fonction des caractéristiques fonctionnelles des membres de l'équipe comme le montrent les exemples suivants:

- un membre de l'équipe D se plaint de douleurs lombaires, ce qui contribue au choix du madrier comme plancher d'échafaudage plutôt que de la feuille de contre-plaqué clouée sur deux madriers;
- l'équipe C, qui se sert au début uniquement de la structure d'échafaudage comme surface d'appui, utilise ensuite un plancher de contre-plaqué cloué sur deux madriers. Ce changement est dû à la fatigue ressentie du fait du travail en équilibre instable sur la structure de l'échafaudage portant;
- les membres de l'équipe B<sup>2</sup> qui travaillent en appui principalement sur la structure d'échafaudage située au bord de la dalle au 3<sup>e</sup> étage, disent ne pas être affectés par la présence du vide à proximité. Un des deux travailleurs venait d'un chantier de barrage dans l'ouest du Canada, où nous dit-il "les hauteurs de travail étaient bien plus grandes".

Les choix qu'effectuent les charpentiers-menuisiers en fonction des exigences de la tâche et de leurs caractéristiques fonctionnelles, résultent de l'absence d'équipements spécifiques adaptés. Ils doivent, par conséquent, utiliser des matériaux de construction pré-

sents sur le chantier. Les charpentiers-menuisiers sont, à ce sujet, dépendants de la disponibilité des matériaux de construction.

### 6.5.3 La disponibilité des matériaux de construction

Le choix de matériaux comme plancher d'échafaudage par le charpentier-menuisier s'effectue selon sa disponibilité. Cette disponibilité fait référence à la fois à la proximité relative des matériaux de la situation de travail et à leur présence sur le chantier.

#### A) La proximité relative des matériaux de la situation de travail

Dans les chantiers nos 1 et 2, le coffrage de dalle s'effectue de façon conventionnelle avec des échafaudages portants. Cependant, le design des échafaudages est différent. Dans le chantier no 1, ils sont de structures rectangulaires, alors que dans le chantier no 2, ils sont de structures triangulaires.

L'équipe E du chantier no 2 adopte la deuxième stratégie (tableau 3). La surface d'appui est constituée principalement par la structure de l'échafaudage et occasionnellement, par les feuilles de contre-plaqué, des bouts de contre-plaqué ou des côtés de colonne. Le choix de ces différents matériaux dépend de leur proximité de la situation de travail. En effet, les matériaux entreposés sur la dalle ne se trouvent pas répartis à la même distance de la situation de travail au fur et à mesure que celle-ci progresse.

Le charpentier-menuisier profite de la présence de matériaux proches susceptibles de servir de plancher pour les utiliser selon ses besoins. De plus, la structure triangulaire favorise l'utilisation de morceaux de contre-plaqué et pas seulement de feuilles de contre-plaqué, comme c'est le cas pour l'échafaudage de structure rectangulaire. Cependant, le triangle offre une largeur de support différente, pouvant placer le plancher en porte à faux dans la partie la plus étroite. Le charpentier-menuisier, pour éviter le

risque de faire basculer le plancher, appuie un pied et parfois les deux sur la structure d'échafaudage lorsqu'il travaille du côté où la surface du triangle se rétrécie.

La proximité de matériaux susceptibles de servir de plancher d'échafaudage joue dans le cas présent, un rôle important. Cela s'explique particulièrement du fait que l'équipe E adopte la deuxième stratégie qui ne prévoit pas l'utilisation régulière de matériaux spécifiques pour servir de plancher. On peut supposer dans ce cas que la proximité de matériaux influence de façon importante son utilisation. Cette hypothèse pour être vérifiée statistiquement, nécessite l'observation de plusieurs équipes choisissant cette même stratégie.

Le rôle des caractéristiques individuelles sur l'influence de la proximité du matériau n'a pas non plus été étudié. Cette influence existe certainement. Nous ferons l'hypothèse qu'elle se manifeste dans le choix des stratégies: les travailleurs ayant des problèmes de santé ou "vieillissant", ont tendance à choisir la première stratégie. L'adoption de cette stratégie permettrait au travailleur plus âgé d'effectuer un travail efficace, à condition qu'ils puissent disposer d'un choix suffisant de matériaux adapté pour servir de plancher d'échafaudage.

#### B) La disponibilité des matériaux

Le chantier no 3 diffère des deux autres chantiers par l'utilisation de tables de coffrage volant. Les données ont été relevées durant la période de transition où le coffrage avec échafaudage portant est moins employé et remplacé par les tables de coffrage volant.

Le fait que les tables de coffrage volant constituent des coffrages pré-assemblés, les matériaux de construction disponibles se font beaucoup plus rares sur la dalle. Seuls les matériaux immédiats requis pour la construction sont disponibles, si bien que dans la zone de montage des échafaudages portants, il n'y a pas de feuille de contre-plaqué ni de madrier, mais simplement quelques alumas de

16 à 18 pieds de long qui vont servir de longerons. Ainsi, les équipes F et G ne disposent pas de matériaux de construction pouvant servir de plancher d'échafaudage dans la zone du chantier où elles travaillent, seule l'équipe G utilise à un moment donné un madrier disponible.

Les deux équipes sont également composées de charpentiers-menuisiers ayant moins d'années d'expérience et un apprenti. Pour les membres de l'équipe F particulièrement, c'est le premier chantier où ils doivent monter des échafaudages portants. De plus, la dalle comporte une pente et d'après le contremaître, les travaux sont en retard.

Devant une telle situation, l'absence de planchers due à la non-disponibilité de matériaux dans la zone de coffrage peut être accentuée par l'inexpérience et les difficultés rencontrées par ces travailleurs.

Dans le cas présent, la recherche sur le chantier de matériaux susceptibles de servir de plancher est considérée pour le travailleur comme une contrainte supplémentaire. Il est probable que les risques d'accident n'en soient pas diminués, puisque ces derniers peuvent survenir aussi bien lors de la recherche et du transport de matériaux, surtout lorsque les contraintes de temps sont élevées. Dans cette étude, il nous est impossible de déterminer jusqu'à quel point l'expérience, l'état physique du travailleur ou de moins grandes contraintes de temps peuvent contrebalancer la non-disponibilité de matériaux.

Il apparaît toutefois clairement que la transition d'une technique de coffrage conventionnel vers une technique de coffrage-outil peut entraîner pour la réalisation de la première, une non-disponibilité de matériaux de construction servant de plancher d'échafaudage. Il devient dans ce cas, beaucoup plus difficile, sinon impossible, de travailler sur l'échafaudage portant avec un plancher.

#### 6.5.4 Les variations architecturales et l'intervention du contremaître

Les contraintes architecturales introduisent des variations dans l'utilisation des techniques de coffrage. Le cas s'est présenté dans le chantier no 1. La présence d'une ouverture et l'espace restreint entre deux murs empêchent l'utilisation d'échafaudages portants qui sont remplacés alors par des étais métalliques. Pour réaliser cette tâche, les charpentiers-menuisiers placent d'abord deux longerons (aluma de 18') entre deux échafaudages; ensuite ils fixent sur les longerons en place, des planches de bois avec du fil de fer, sous lesquelles vont être placés les étais métalliques. Pour accéder au niveau du longeron, le travailleur grimpe sur les raidisseurs du mur et ensuite travaille à cheval sur le longeron.

Ce travail rendu dangereux par les conditions d'accès et l'étroitesse de la surface d'appui aurait pu facilement être évité (photo 7). Il suffisait d'attacher les planches avant de mettre en place le longeron. De plus, le travail aurait été beaucoup plus rapide.

Cette situation peut résulter de la part du contremaître, soit de la non prise en considération du changement technique dans la procédure de montage, soit d'une représentation morcelée en étapes indépendantes de la tâche à effectuer où ce qui compte est la finalité de chaque étape. La tâche ou les étapes qui la composent peuvent être représentées selon leur finalité ou la méthode pour y arriver. On retrouve ici la dichotomie faite par Faverge (1966) entre les contremaîtres qui pensent planning et les contremaîtres qui pensent processus. Il semble que l'on peut retrouver cette catégorisation dans la construction. Les instructions que donnent le contremaître au charpentier-menuisier peuvent le laisser suggérer.

Un premier mode d'instructions porte uniquement sur le résultat attendu d'une étape de la tâche ou de la tâche elle-même. Elle se manifeste par des commentaires techniques précis, par exemple, placer les alumas de 8 pieds (2,4 m); ou par des commentaires très généraux, par exemple, on est en retard.

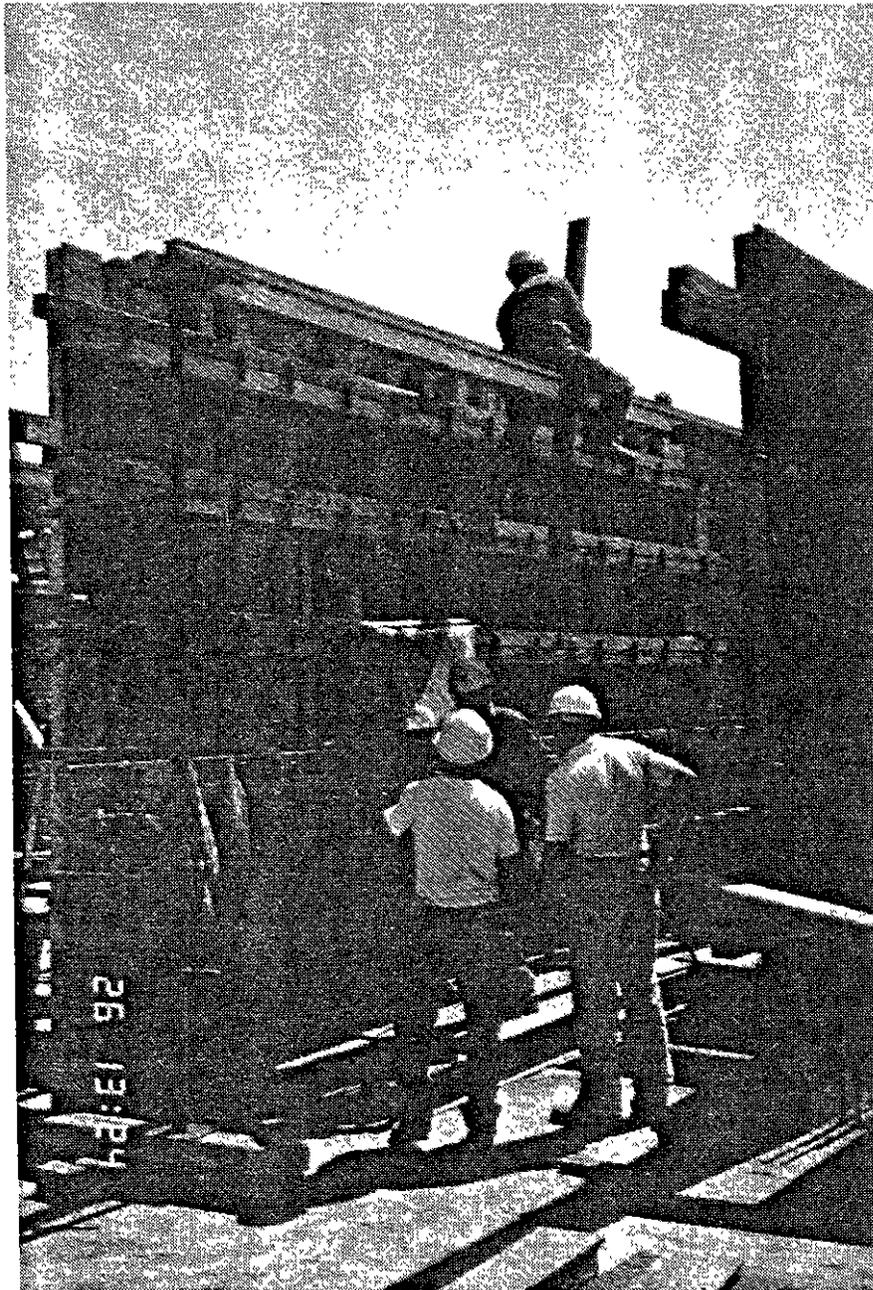


PHOTO 7 FIXATION D'UNE PLANCHE SOUS LE LONGERON PAR LE  
CHARPENTIER-MENUISIER

Un deuxième type d'instructions correspond à la façon de procéder, recherchant ainsi à faciliter l'exécution du travail. Par exemple: lors de la fixation d'un panneau, un contremaître demande de placer une cale sous ce dernier pour éviter d'avoir à le soulever et à le maintenir manuellement.

En ne prenant en compte que le résultat immédiat d'un travail, le premier type d'instructions peut rendre plus difficile l'atteinte du but recherché. Particulièrement lorsque l'équipe de travail a de la difficulté à s'organiser, comme c'est le cas de l'équipe F dans le chantier no 3. Dans ce cas, les interventions du contremaître peuvent accroître la tension psychologique et augmenter l'insécurité.

Le deuxième type d'instructions, au contraire, peut favoriser la production en facilitant l'exécution du travail et en rendant ce dernier plus sécuritaire. Il faut cependant que le contremaître intervienne en considérant le savoir-faire des charpentiers-menuisiers.

Ces observations permettent d'entrevoir des liens entre le comportement du contremaître, et la sécurité et l'efficacité du travail. Afin de continuer dans cette voie, il est nécessaire de préciser davantage les pratiques des contremaîtres et d'expliquer leurs influences sur la sécurité et l'efficacité du travail.

#### 6.5.5 Conclusion de l'analyse du choix des matériaux servant de surface de travail sur les échafaudages

Le choix de la surface d'appui ou du plancher qui détermine en partie les conditions d'équilibre résulte de l'interaction entre le travailleur et sa tâche dans le contexte qu'offre le chantier. Cette étude permet d'appréhender la complexité des choix intervenant dans une situation apparemment aussi simple. Compte tenu de ses propres caractéristiques, elle montre surtout, que le travailleur agit non pas exclusivement en fonction d'un risque, mais par rapport à une tâche à accomplir. Ainsi, la stratégie de renouvellement de la surface de travail ou le choix du matériau d'appui

seront différents selon certaines caractéristiques de la tâche, particulièrement dans l'étude présente: la rapidité de renouvellement de la situation de travail, la précision requise ou la présence du matériel et sa proximité, les variations architecturales et l'influence du contremaître.

## 6.6 Conclusion

L'étude de l'insécurité du travail sur les échafaudages portants montre l'inadaptation des planchers et des surfaces d'appui utilisés dans les chantiers ayant fait l'objet de la présente étude.

L'utilisation des surfaces étroites (madrier) oblige le charpentier-menuisier à prendre davantage appui avec un pied sur la structure de l'échafaudage. Cette situation est moins fréquente avec un plancher constitué d'une feuille de contre-plaqué.

Les postures penchées ou en torsion sont significativement plus fréquentes lors de l'appui direct sur la structure d'échafaudage que sur le plancher en madrier ou en contre-plaqué. Entre ces deux types de plancher, il n'existe pas de différences significatives pour la posture le dos penché.

La posture le dos en torsion est significativement plus fréquente sur la feuille de contre-plaqué par rapport au madrier à cause de l'influence de la sous-tâche, fixer les longerons.

L'origine de la posture le dos en torsion apparaît moins reliée à l'étroitesse de la surface d'appui qu'à la possibilité plus restreinte dans le positionnement des pieds lors de l'appui direct sur l'échafaudage par rapport à l'appui sur le plancher de madrier ou de contre-plaqué. Toutefois, en appui sur le madrier, le charpentier-menuisier pour atteindre le plan de travail et maintenir son équilibre va devoir appuyer un pied sur la structure de l'échafaudage.

En appui les deux pieds ou un pied sur la structure de l'échafaudage, le charpentier-menuisier doit en même temps maintenir l'équi-

libre en se tenant avec une main ou une partie de son corps et effectuer des gestes de production. L'incompatibilité qui peut survenir entre le maintien de l'équilibre et l'exécution du travail constitue une explication de certains incidents et accidents (se frapper, échapper du matériel, chuter). D'autres incidents ou accidents peuvent être expliqués soit par la perte d'un point d'appui (le pied glisse), soit par la surface d'appui qui cède.

La feuille de contre-plaqué clouée sur deux madriers s'avère le moins mauvais des planchers. Il est cependant plus difficile à placer, ce qui explique le fait qu'il ne soit presque pas utilisé dans les tâches demandant un renouvellement rapide de la situation de travail. De plus, même en utilisant le plancher de contre-plaqué, le charpentier-menuisier doit grimper sur la structure de l'échafaudage pour fixer les longerons lorsque la vis du support doit être réglée au maximum pour obtenir la bonne hauteur. Ces résultats nous amènent à la nécessité de considérer de façon intégrée l'ensemble échafaudage-plancher.

L'échafaudage portant est à la fois une structure temporaire (fausse charpente) permettant de soutenir le platelage, et un échafaudage de service utilisé comme moyen d'accès et de surface de travail en hauteur. Or, le seul fait qu'il représente une structure temporaire semble être réellement pris en considération à la fois dans son design et dans le plan de coffrage. Cela se concrétise, également, au niveau de son utilisation comme moyen d'accès, par la hauteur élevée entre la première membrure horizontale [96 cm (37") à 110 cm (43")] et la distance entre les barreaux [45 cm (18")].

La prise en considération de ces deux fonctions de l'échafaudage permet de proposer des recommandations facilitant à la fois le montage, l'exécution et la sécurité du travail sur l'échafaudage. Ces recommandations intéressent trois niveaux d'intervention: le design de l'échafaudage, le plan et devis de coffrage et l'organisation du travail.

- Le design de l'échafaudage

Le cadre de l'échafaudage portant doit être conçu de façon à permettre l'accès aisé à l'échafaudage et à son plancher. Pour cela, la première membrure doit être suffisamment près du sol et la distance entre les membrures doit être équivalente à celle d'un échafaudage de service où le travailleur peut monter.

Le plancher de l'échafaudage doit être spécifique et différent du matériel servant à construire le coffrage. Il doit être facile à mettre en place, rigide et couvrir la partie inférieure des boulins. Diverses options de conception sont possibles et devraient être étudiées:

- le plancher doit être conçu en deux ou trois parties;
- le matériau doit permettre de disposer des parties de plancher transportables et manipulables facilement, tout en assurant une bonne rigidité;
- la surface du plancher ne doit pas être glissante;
- le plancher doit pouvoir s'accrocher facilement aux boulins;
- le plancher doit correspondre aux normes actuelles concernant la résistance aux charges.

## CHAPITRE 7

### COFFRAGE CONVENTIONNEL POUR MURS

#### 7.1 Technologie du coffrage conventionnel pour murs

Le coffrage conventionnel pour murs est constitué d'une structure en bois composée de deux faces entre lesquelles est placé l'acier d'armature, et destinées à recevoir le béton. Chaque face est constituée d'une paroi coffrante faite de feuilles de contre-plaqué et consolidée par une structure comprenant des montants verticaux et des raidisseurs. Les tirants permettent de maintenir en place, les deux faces lors du bétonnage. Le montage du mur (figure 15) comprend les étapes suivantes (A. Lan et col., 1987):

- 1- traçage du mur
- 2- mise en place d'une longrine
- 3- pose de montants verticaux servant de support pour feuille de contre-plaqué
- 4- contre-fiche temporaire des montants verticaux pour assurer leur stabilité si nécessaire
- 5- mise en place et alignement des feuilles de contre-plaqué et pose des tirants
- 6- placement des montants verticaux venant consolider la paroi coffrante
- 7- pour des montants horizontaux qui, cloués aux montants verticaux et fixés aux tirants avec des crapauds, forment les raidisseurs
- 8- exécution du ferrailage et montage de la deuxième face qui reprend les étapes 2 à 7
- 9- vérification de l'alignement et de la verticalité du coffrage et de la qualité du montage avant la coulée du béton
- 10- serrage final et coulée du béton.

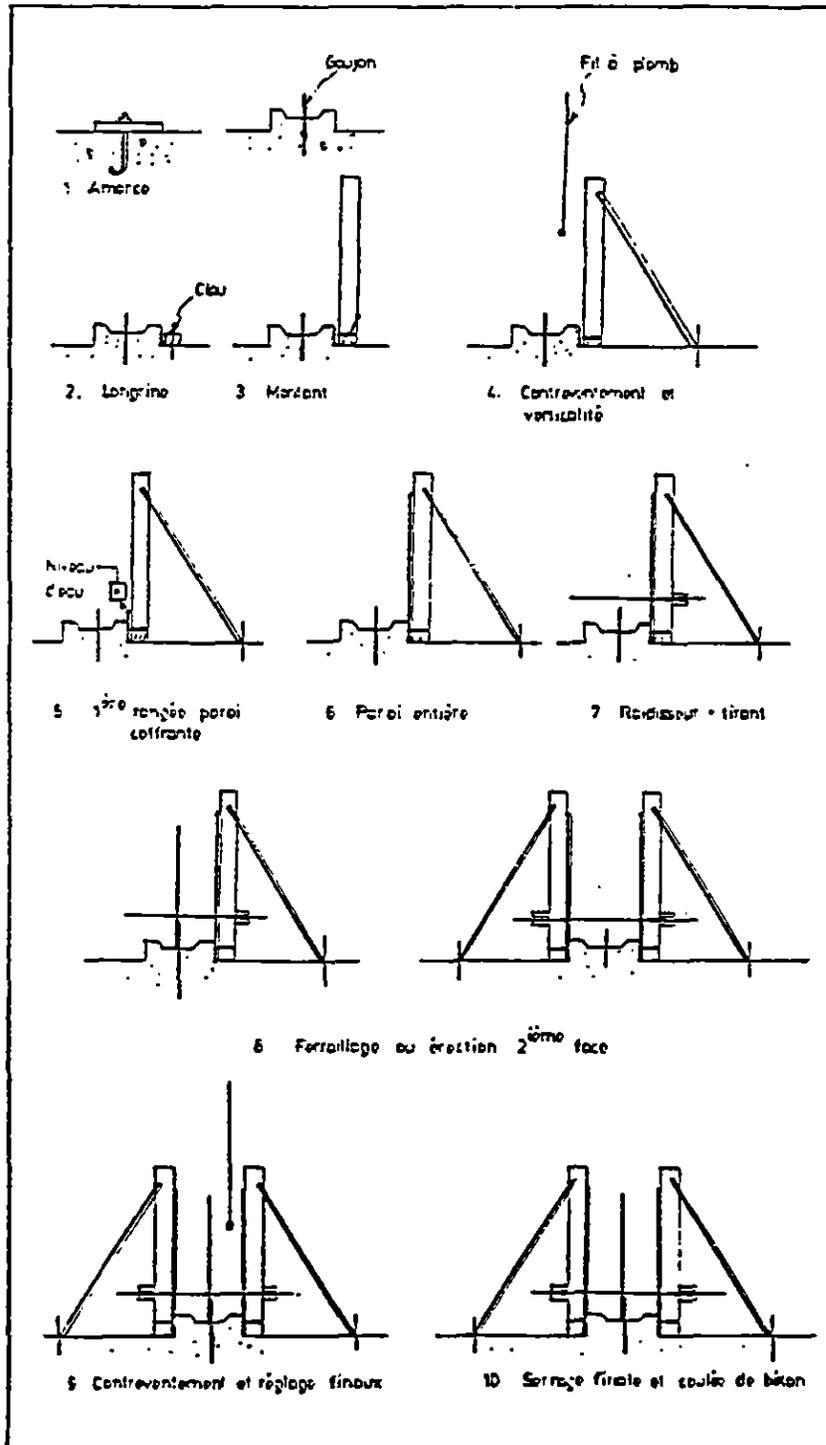


FIGURE 15 PROCESSUS D'EXÉCUTION DU COFFRAGE DU MUR  
(A. LAN ET COL., 1987)

Le coffrage conventionnel pour murs est généralement monté par deux charpentiers-menuisiers qui, dans certains chantiers, sont aidés par un manoeuvre. Le plus souvent, ces travailleurs vont être affectés au coffrage de murs pendant toute la durée du chantier.

Le montage du coffrage nécessite la manutention de matériaux (feuille de contre-plaqué, madrier, tirant, crapaud). Le temps réparti pour effectuer le travail est basé sur l'expérience du contremaître et la commande du béton effectuée. Montée d'abord au niveau du sol, la construction du coffrage requiert rapidement l'utilisation de moyens d'accès de travail en hauteur. Les sous-tâches effectuées lors du travail en hauteur sont les suivantes:

- pose de la paroi coffrante (contre-plaqué et tirant)
- pose des raidisseurs
- mesure et ajustement du mur
- pose du côté du mur.

## 7.2 Les charpentiers-menuisiers observés

L'âge des charpentiers-menuisiers varie entre 38 et 59 ans, huit d'entre eux ont 50 ans et plus (tableau 4). De ce fait, ils ont de nombreuses années d'expérience dans le métier. L'expérience dans la compagnie est également importante. Cependant, il ne s'agit pas d'un nombre d'années continues. Pendant ces années, ils ont pu travailler, à certaines périodes, pour d'autres compagnies ou se trouver au chômage.

Les réponses au questionnaire font apparaître que 6 travailleurs sur 10 se plaignent de douleurs. Ces douleurs sont réparties à différents endroits du corps: trois à la partie lombaire, un en haut du dos, un à l'épaule, un à la hanche, un au coude et un autre au bras. L'origine première de ces douleurs est mal définie par les travailleurs eux-mêmes.

En ce qui concerne les accidents du travail, quatre charpentiers-menuisiers ont eu deux accidents, trois un accident et trois aucun accident.

TABLEAU 4

**ÂGE ET EXPÉRIENCE DES CHARPENTIERS-MENUISIERS OBSERVÉS  
LORS DU COFFRAGE CONVENTIONNEL POUR MURS**

	<u>Âge</u> (ans)	<u>Expérience</u> <u>dans le métier</u> (ans)	<u>Expérience dans</u> <u>la compagnie</u> (ans)
Chantier I	59	16	11
	57	26	7
	58	19	33
	51	30	1
	50	23	22
Chantier III	50	23	22
	-	1/2 (apprenti)	-
	38	12	2
	53	29	7
	58	33	18
	53	10	23

### 7.3 Équipements et matériaux servant de surface de travail en hauteur

Les surfaces de travail en hauteur pour monter le coffrage conventionnel sont très diversifiées (figure 16). Elles peuvent être classées en trois catégories:

- l'emploi d'équipements disponibles sur le chantier (échelle, tabouret);
- le montage d'une surface de travail en hauteur (échafaudage métallique, plate-forme faite de madrier ou d'une feuille de contre-plaqué);
- l'utilisation d'une partie du coffrage monté (raidisseurs, acier d'armature, extrémité de montant vertical, tranche de feuille de contre-plaqué).

Cette classification différencie trois moyens d'accès utilisés et montre la grande diversité des équipements et surfaces de travail en hauteur.

Nous allons évaluer l'insécurité de leur utilisation.

### 7.4 Insécurité du travail en hauteur lors du coffrage conventionnel pour murs

L'insécurité du travail en hauteur lors du coffrage conventionnel pour murs est examinée en fonction de la réglementation, des contraintes d'équilibre et des incidents.

#### 7.4.1 Surface de travail en hauteur et réglementation

La référence à la réglementation nous permet de comparer les mesures de sécurité présentes dans le Code et leur application dans la situation de travail en hauteur observée. Cette comparaison concerne l'état et la qualité de l'assemblage des équipements et des surfaces de travail en hauteur.

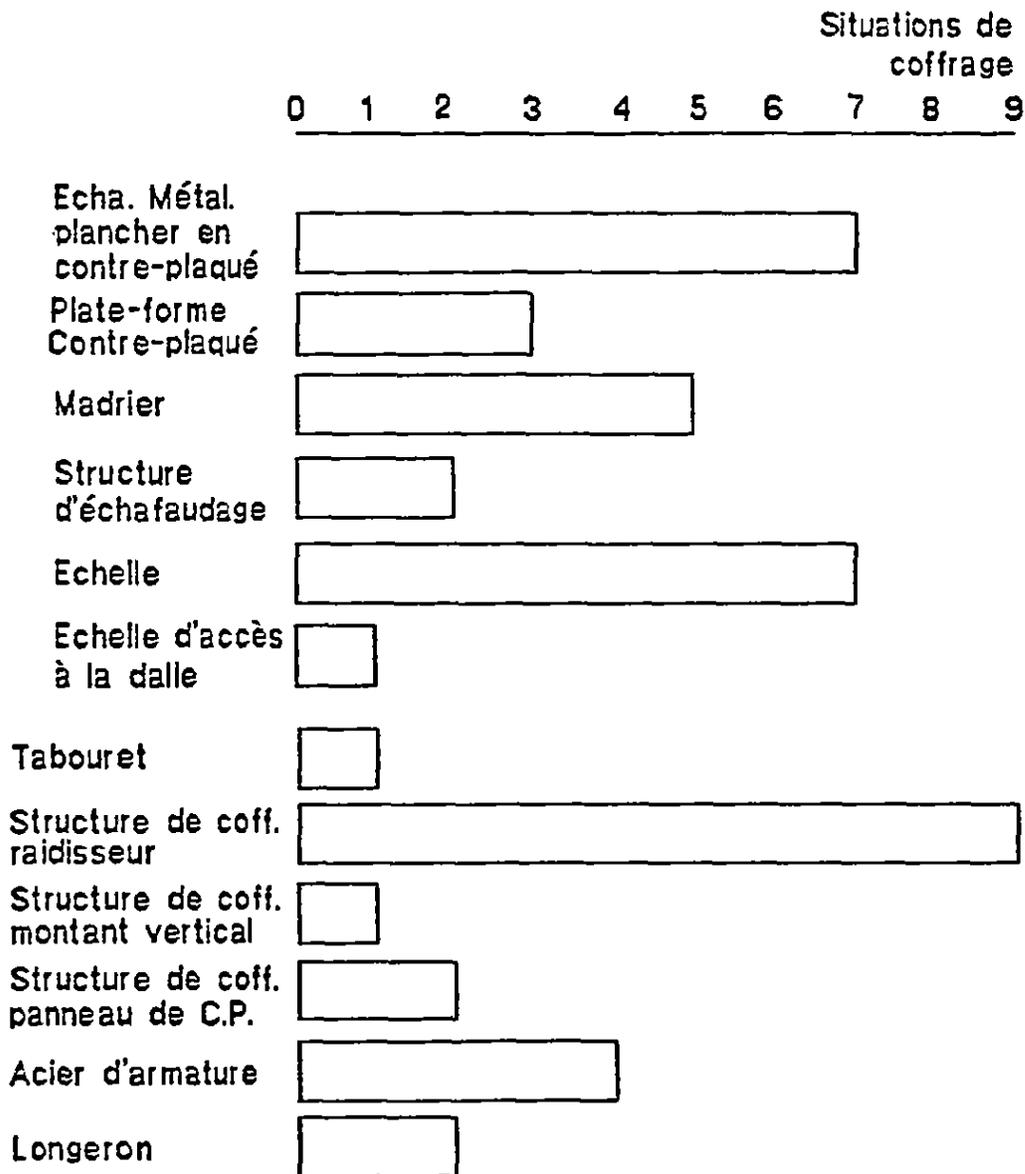


Figure 16: Equipement et surfaces de travail en hauteur  
lors du coffrage de murs

A) Les échelles

Les échelles servent à la fois de moyens d'accès et de surface de travail en hauteur. Elles sont construites sur le chantier par les charpentiers-menuisiers (photo 8). Le tableau 5 décrit les caractéristiques de seize échelles utilisées. Ce tableau montre que les échelles sont construites selon les dimensions conformes aux prescriptions du code. Les problèmes de conformité se situent davantage au niveau de la qualité du bois et de l'assemblage.

La qualité du bois indique la présence de noeuds et de fentes qui s'expliquent par l'utilisation d'épinette de deuxième ou de troisième catégorie dans dix échelles où il a été possible d'identifier la nature du bois. Cette identification a été faite avec l'aide du contremaître et de charpentiers-menuisiers. Il nous a été mentionné la difficulté de trouver du bois de première catégorie et son coût élevé au Québec. Si bien que le coffrage est construit avec du bois de deuxième ou troisième catégorie, ce qui est possible en tenant compte des capacités de résistance des matériaux.

La qualité de l'assemblage réfère surtout à l'usure de l'échelle. Sur le chantier, il n'existe pas de gestion proprement dite des échelles. Il n'est pas possible de connaître la date à laquelle l'échelle a été fabriquée, depuis combien de temps celle-ci est utilisée et les réparations qu'elle a subies. De plus, les échelles sont laissées dehors sur le chantier en toute période de l'année, ce qui va accentuer leur usure.

Les faiblesses de l'échelle sont simplement identifiées par le travailleur lors de son utilisation. Le plus souvent, il appartient au contremaître de donner des instructions de détruire ou de construire une échelle. Or, celui-ci n'identifie pas toujours les besoins du charpentier-menuisier. Construire une échelle sur le chantier demande du temps qui n'est pas directement consacré à la production, aussi il peut être tentant d'attendre le plus possible avant de détruire l'échelle malgré les signes de faiblesse de celle-ci ou de faire rallonger l'échelle plutôt que d'en construire une nouvelle plus longue.



PHOTO 8 ÉCHELLE DE CHANTIER

TABLEAU 5

CONFORMITÉ DES ÉCHELLES  
AU CODE DE SÉCURITÉ DE LA CONSTRUCTION

Variables inspectées	Nbre d'échelles non conformes	Nbre d'échelles conformes
<u>Qualité du bois</u>		
- Noeuds sur les montants	15	1
- Noeuds sur les échelons	16	0
- Crevasses ou fentes	12	4
- Contours arrondis (ANSI)	10	6
<u>Qualité de l'assemblage</u>		
- Signes de faiblesse	3	13
- Parties manquantes ou endommagées	4	12
- Allongement	3	13
- Ligature (sauf allongement)	1	15
<u>Dimensions du bois</u>		
- Montants	0	16
- Échelles	0	16
<u>Dimensions fonctionnelles</u>		
- Largeur intérieure	0	16
- Écartement d'échelons	0	16

Les données sur l'état des échelles révèlent que le problème au niveau de la conformité à la réglementation n'est pas tellement relié à leur construction mais plutôt à la qualité du bois et principalement à la gestion des échelles une fois celle-ci construite.

#### B) Les échafaudages métalliques

Les structures d'échafaudages portants sont utilisées comme échafaudages de service pour monter le coffrage conventionnel pour murs. Les échafaudages métalliques sont donc utilisés par les charpentiers-menuisiers du fait de leur présence sur le chantier pour servir de fausse charpente lors de la construction du coffrage de plancher. L'échafaudage métallique n'est donc pas prévu et choisi en fonction du coffrage de murs à monter.

L'échafaudage est constitué par l'assemblage de deux cadres avec deux croisillons ou un seul. Il ne comporte pas de sections superposées même si la hauteur des murs varie, suivant les chantiers, de 3 m à 6 m (8 pieds à 16 pieds). Le plancher recouvre entièrement la membrure horizontale, il est constitué de feuilles de contre-plaqué clouées sur des madriers. Il est conçu de cette façon dans toutes les situations où nous avons observé son utilisation.

Les caractéristiques dimensionnelles de l'échafaudage sont celles déjà mentionnées dans le chapitre traitant de son utilisation lors du coffrage de plancher. Comparé aux charges qui doivent supporter en tant qu'échafaudage de service, les cadres d'échafaudages portants sont surdimensionnés. Cette situation implique la maintenance de cadre plus lourd que nécessaire. Elle est toutefois peu fréquente. La solidité de l'échafaudage dépend donc essentiellement de la qualité de son assemblage due particulièrement à l'état du matériel. Aucun défaut n'a été observé à ce sujet pour les échafaudages utilisés.

#### C) Les plates-formes en bois

Les plate-formes en bois dans les situations de travail observées sont constituées d'un plancher fait de madrier ou d'une feuille de contre-plaqué clouée ou non sur deux madriers. Le plancher repose

le plus souvent directement sur la structure de coffrage. Il ne dispose pas de support propre, indépendant de la structure de coffrage en construction.

Les plate-formes sont par conséquent utilisées quand les conditions architecturales et de montage permettant l'utilisation de surfaces d'appui. Ces conditions sont présentes dans le coffrage d'ascenseur où les murs forment des angles et se font face. Dans d'autres circonstances, la table à scier, un tas de bois ou la construction d'un support avec des madriers inclinés de façon à prendre appui sur la dalle, servent d'appui à la plate-forme.

L'évaluation de la conformité de la plate-forme fait référence principalement à l'article 3.7.1 du Code de sécurité de la construction (annexe 5). Suivant cet article, les plates-formes constituées d'un plancher de madrier ne correspondent pas à la largeur minimale requise. Les plates-formes de contre-plaqué sont généralement simplement appuyées sur les raidisseurs et sont dépourvues d'entretoises qui lient les supports verticaux et horizontaux. Elles ne peuvent être considérées dans ce cas-là comme solidement fixées.

#### D) La structure de coffrage

La structure de coffrage comme surface de travail a été évaluée selon le même article 3.7.1 du Code de sécurité. Les appuis directs sur l'armature, les raidisseurs, les bouts des montants verticaux, etc., ne correspondent pas aux prescriptions du Code de sécurité, particulièrement du fait de l'étroitesse de la surface d'appui.

#### 7.4.2 Les contraintes d'équilibre

##### A) Méthode d'analyse des résultats

Les données servant à l'analyse correspondent aux observations du charpentiers-menuisier faisant partie de l'équipe A dont les données ont été recueillies par le même observateur. Le charpentier-

menuisier a été observé dans quatre situations de coffrage de mur d'ascenseur et d'escalier.

Les calculs effectués portent sur l'ensemble de ces quatre situations permettant ainsi d'évaluer de façon globale, les contraintes d'utilisation des équipements et surface de travail en hauteur: échelle, plancher de contre-plaqué, plancher de madrier. Les postures de travail observées sur les autres surfaces d'appui n'étaient pas en nombre suffisant pour permettre des calculs statistiques.

L'influence des sous-tâches sur les contraintes d'équilibre n'a pas pu être évaluée pour les mêmes raisons. Toutefois, le choix des équipements et surface de travail en hauteur est moins relié aux sous-tâches effectuées qu'à d'autres facteurs que nous analyserons dans le paragraphe suivant. De plus, les sous-tâches effectuées sur les surfaces de travail en hauteur nécessitent des opérations de manipulation de matériaux. Elles apparaissent à ce sujet plus similaires que les sous-tâches effectuées lors de travail sur les échafaudages portants, seule la forme du matériau manutentionné, contre-plaqué ou madrier, varie. La manutention de ces matériaux est effectuée sur les différents équipements et surfaces de travail en hauteur observés.

Le travail s'effectue majoritairement debout (tableau 6). Nous avons par conséquent pris en considération uniquement cette posture de travail.

**TABLEAU 6**

**POURCENTAGE DE POSTURES ADOPTÉES PAR LE CHARPENTIER-MENUISIER  
DE L'ÉQUIPE A DANS LES SITUATIONS DE TRAVAIL EN HAUTEUR  
POUR LE COFFRAGE DE MURS**

Postures	Debout	Accroupi	À genoux	Assis
% d'observation	88%	9%	12%	1%

B) L'augmentation du polygone de sustentation

L'augmentation du polygone de sustentation lors du travail en hauteur se manifeste dans la situation présente par l'utilisation d'une deuxième surface d'appui, en l'occurrence la structure de coffrage (tranche de la feuille de contre-plaqué servant de peau coffrante, acier d'armature, extrémité de montant vertical, raidisseur).

Le travail sur une plate-forme constituée de madriers nécessite davantage l'utilisation d'une deuxième surface d'appui des pieds par rapport au travail effectué sur un plancher de contre-plaqué ou sur l'échelle (figure 17). Il n'existe pas de différences significatives entre ces deux dernières surfaces de travail. Comme le travail en hauteur sur les échafaudages portants, l'étroitesse du madrier oblige le travailleur, pour maîtriser son équilibre lors de l'exécution du travail, à augmenter son polygone de sustentation en appuyant un pied sur la structure de coffrage.

Le travail sur l'échelle nécessite peu l'appui d'un pied sur la structure de coffrage.

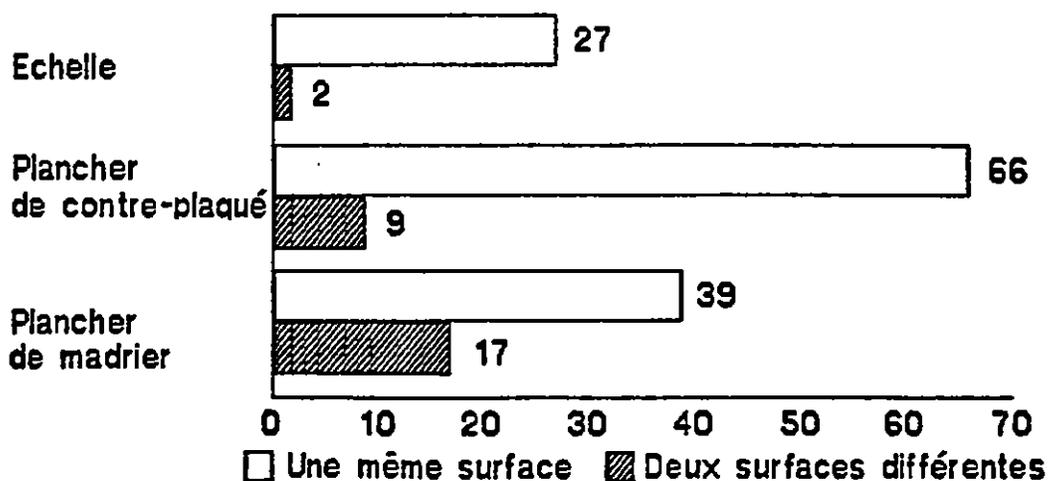


Figure 17: Nombre d'appui des pieds sur une surface identique ou différente suivant le type d'équipement ou de matériaux servant de surface de travail en hauteur lors du coffrage de mur (E/PCP:  $X^2 = 0,51$ ;  $p < 0,5$   
E/PM:  $X^2 = 7,5$ ;  $p < 0,01$  -- PCP/M:  $X^2 = 10,1$ ;  $p < 0,01$ )

C) La posture debout penchée

La posture debout penchée n'a pas été observée lors du travail sur l'échelle. Ceci distingue son utilisation des autres équipements et surfaces de travail (figure 18). Entre les autres surfaces de travail, il n'existe pas de différences significatives concernant la posture penchée. Cependant, dans le cas de l'appui sur les raidisseurs, le peu de données empêchent une conclusion définitive.

Ces résultats sont en accord avec les caractéristiques de mouvements dans l'espace que permettent ces équipements. En effet, l'échelle permet de changer de hauteur, ce qui évite le travail en position penchée alors que les autres équipements ou surfaces de travail utilisés, excepté dans certaines circonstances le raidisseur, ne permettent pas de déplacement dans le plan vertical.

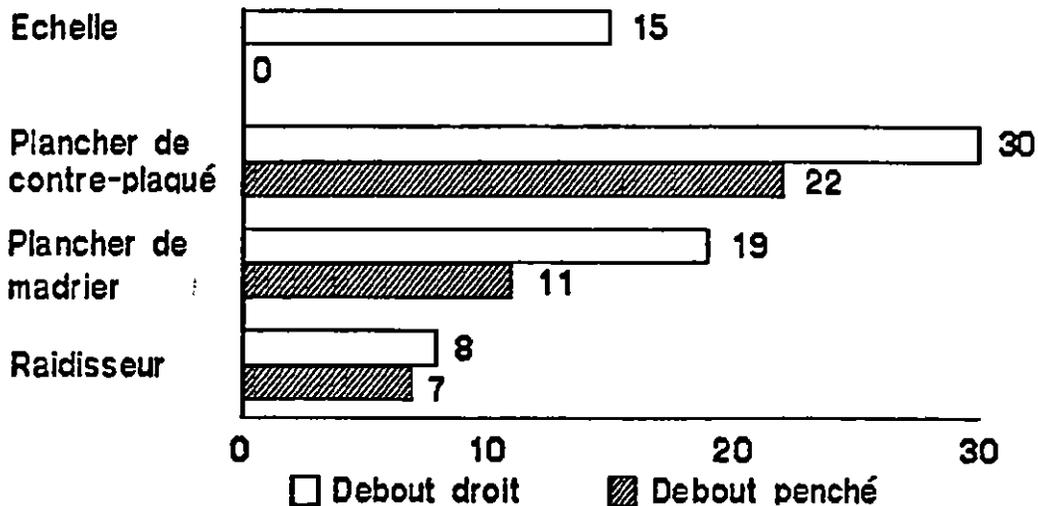


Figure 18: Nombre de postures debout droit ou penché suivant le type d'équipement et de matériaux servant de surface de travail en hauteur lors du coffrage de mur (PCP/EM:  $\chi^2 = 0,22$ ;  $p < 0,75$  -- PCP/R:  $\chi^2 = 0,35$ ;  $p < 0,75$  -- PM/R:  $\chi^2 = 0,42$ ;  $p < 0,75$ )

De la même façon que durant le travail sur l'échafaudage portant, il n'a pas été constaté de différences significatives entre le plancher de contre-plaqué et le madrier. Pour compenser l'étroitesse de la surface d'appui sur le madrier, le charpentier-menuisier préfère augmenter son polygone de sustentation en appuyant un pied sur la structure de coffrage plutôt que de se pencher.

D) Posture debout en torsion

Les résultats de la figure 19 montrent que le travail en appui sur l'échelle et sur le raidisseur requiert de façon significative plus de torsion que le travail en appui sur le plancher de contre-plaqué ou de madrier.

On peut expliquer ce résultat par le fait que sur l'échelle ou sur le raidisseur, le changement de position des pieds est moins facile que sur le plancher de contre-plaqué ou de madrier.

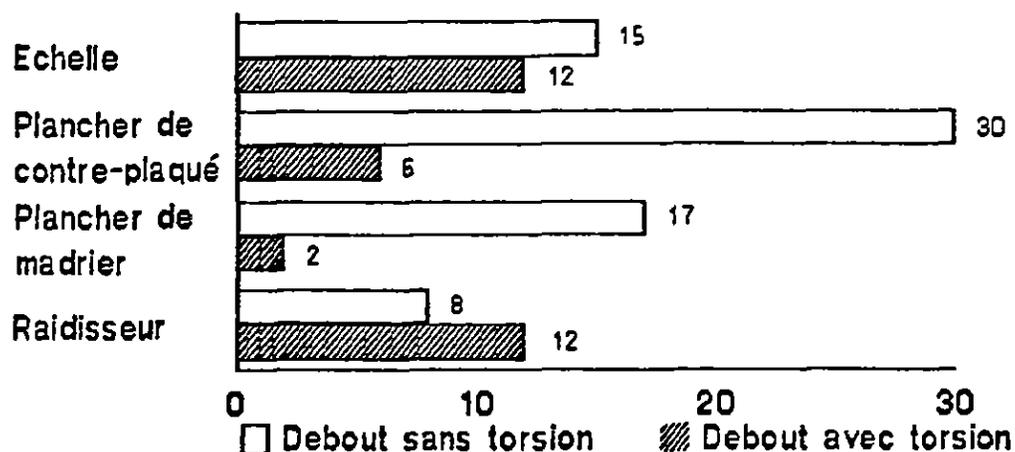


Figure 19 - Nombre de postures debout avec ou sans torsion du dos suivant le type d'équipement et de matériaux servant de surface de travail en hauteur lors du coffrage de mur (E/PCP:  $X^2 = 5,05$ ;  $p < 0,025$  -- E/PM:  $X^2 = 6,7$ ;  $p < 0,01$  -- E/R:  $X^2 = 1,3$ ;  $p < 0,25$  -- PCP/PC:  $X^2 = 0,6$ ;  $p < 0,9$  -- PCP/R:  $X^2 = 13,07$ ;  $p < 0,001$  -- EM/R (test g)  $X^2 = 11,2$ ;  $p < 0,001$ )

Le plan de travail du charpentier-menuisier sur l'échelle est généralement situé d'un côté de l'échelle ou se trouve relativement proche, ce qui gêne les mouvements à effectuer. Par conséquent, le charpentier-menuisier doit se tourner. Cette rotation peut se faire en partie avec les pieds qui ne se trouvent plus alors perpendiculaires aux barreaux de l'échelle mais forment un angle plus ou moins fermé avec celle-ci (photo 9). Dans ce cas, la posture est beaucoup plus instable et les risques de glisser sont plus importants. Le charpentier-menuisier va donc compenser cette difficulté de positionnement par une rotation du tronc.

#### E) Conclusion de l'analyse des contraintes d'équilibre

L'étude des contraintes d'équilibre fait apparaître les inadaptations de certains équipements ou surfaces de travail en hauteur qui obligent le charpentier-menuisier à maintenir son équilibre par l'adoption de postures plus instables ou plus contraignantes.

Le travail sur l'échelle nécessite un appui des pieds rendant la posture plus instable ou l'adoption de posture le dos en torsion.

L'appui sur les raidisseurs nécessite également le travail le dos en torsion.

L'appui sur le madrier oblige plus fréquemment le travailleur à augmenter son polygone de sustentation en appuyant un pied sur la structure de coffrage.

Seul l'échafaudage ou la plate-forme avec un plancher de contre-plaqué apparaît comme la surface de travail en hauteur la plus adaptée aux contraintes d'équilibre.

#### 7.4.3 Les incidents

Les incidents observés dans les différentes situations de coffrages conventionnel pour murs sont les suivants:



PHOTO 9 . POSITIONS DE TRAVAIL SUR L'ÉCHELLE

- l'échelle glisse sur la paroi de contre-plaqué. Cet incident a été observé dans les situations suivantes: l'angle de l'échelle est trop grand, l'échelle étant trop longue par rapport à la hauteur du plan de travail; l'échelle est appuyée sur un tas d'acier d'armature ou sur un panneau de coffrage huilé; le travailleur est en appui sur le dernier barreau de l'échelle, celle-ci étant trop courte;
- le charpentier-menuisier saute en descendant de l'échelle à la suite d'une perte d'équilibre due à l'échelle en mauvaise condition qui ne constitue plus une structure rigide;
- le travailleur trébuche sur des matériaux à terre se trouvant au pied de l'échelle;
- le travailleur se frappe avec un marteau, ce faux mouvement est du à l'instabilité de l'échelle appuyée sur un seul montant;
- le raidisseur sur lequel se trouve le travailleur cède, ce dernier a pu se rattraper à la paroi;
- le travailleur glisse en voulant monter sur un madrier incliné à 45° et servant d'étais;
- le travailleur échappe du matériel en appui sur une plate-forme de madrier.

Les mêmes catégories d'incidents mentionnées lors du travail en hauteur sur les échafaudages portants se retrouvent pour le coffrage conventionnel pour murs: surface d'appui qui cède, la perte d'équilibre à la suite d'un glissement, le conflit entre geste de production et de maintien de l'équilibre.

#### 7.4.4 Conclusion au sujet de l'insécurité du travail en hauteur lors du coffrage conventionnel pour murs

La détermination des contraintes affectant l'insécurité des différents équipements et surfaces de travail en hauteur a permis de mettre en évidence les principaux faits suivants:

- Les échelles sont assemblées généralement selon les règles prescrites par le Code de sécurité, les signes d'insécurité sont attribuables à leur usure qui révèle le manque de gestion préventive. De plus, l'inadéquation entre la qualité du bois prescrite par le Code de sécurité et celle présente sur le chantier, devrait faire l'objet d'une mise au point. À savoir, modifier le Code de sécurité en fonction de la qualité des matériaux disponibles ou rendre les matériaux, de qualité requise par le Code, disponibles sur le chantier.

L'analyse des contraintes d'équilibre montre que dans le cas étudié, le travail sur l'échelle nécessite plus fréquemment la position le dos en torsion que les autres équipements ou surfaces de travail.

Les incidents observés lors du travail sur l'échelle attestent des contraintes d'utilisation dues à la mauvaise condition de l'échelle, à l'inadaptation de la longueur de l'échelle en rapport avec la hauteur du plan de travail, à l'encombrement du plancher ou ses différences de niveaux, aux différences de niveau du plancher ou son encombrement, aux difficultés d'appui des montants supérieurs sur une surface glissante ou trop étroite.

- L'échafaudage métallique apparaît comme l'équipement le plus approprié. Cependant, le type d'échafaudage métallique utilisé dans les chantiers visités comporte certaines limites.

L'échafaudage métallique utilisé étant une structure d'échafaudage portant, il est trop résistant et par conséquent plus lourd à manutentionner par rapport aux charges qu'il doit supporter. Il est également trop grand pour être utilisé dans certaines situations, comme par exemple à l'intérieur de la cage d'ascenseur ou dans les espaces plus restreints.

L'échafaudage métallique n'offre pas une mobilité de déplacement vertical permettant au travailleur d'accéder à la partie supérieure du mur. Celui-ci, par conséquent, grimpe directement sur la structure de coffrage.

L'échafaudage métallique ne prolonge pas entièrement la longueur du mur. Le travailleur doit se servir aux extrémités du mur, d'autres équipements ou surfaces de travail en hauteur.

- Les plates-formes de contre-plaqué ou de madrier reposent généralement en appui sur les raidisseurs ce qui peut occasionner des problèmes de solidité du support et de déplacement de la plate-forme non fixée sur des surfaces d'appui étroites.

L'étroitesse de la plate-forme de madrier génère des contraintes d'équilibre qui se manifestent par l'augmentation du polygone de sustentation.

- La structure de coffrage engendre des contraintes d'équilibre du fait de l'étroitesse de la surface d'appui et les risques que cet appui cède comme en témoigne un incident observé.

La description des contraintes d'équilibre et des incidents observés permet de retrouver les mécanismes à l'origine des accidents déjà mentionnés lors du travail sur les échafaudages portants. On retrouve en effet les risques d'accident dus à la rupture de la surface d'appui, à une glissade et aux conflits entre posture et geste de production et de maintien de l'équilibre. Ce dernier mécanisme se retrouve principalement lorsque le travail s'effectue sur une surface étroite: plate-forme de madrier, structure de coffrage du mur. Les contraintes d'équilibre étant importantes, l'activité posturale et gestuelle est davantage mobilisée vers le maintien de l'équilibre. Certains changements posturaux et gestuels nécessaires pour manipuler les matériaux et les outils peuvent venir en conflit avec le maintien de l'équilibre.

Les mécanismes d'accidents décrits et les situations d'insécurité identifiées, il est maintenant nécessaire de comprendre leur origine. Il s'agit particulièrement de comprendre les conditions influençant le choix des équipements et des surfaces de travail en hauteur.

#### 7.5 Choix des équipements et des matériaux servant de surface de travail en hauteur

Les tableaux 7 et 8 résument les équipements et les matériaux servant de surface de travail en hauteur utilisés dans les situations de travail et les différentes sous-tâches. Les choix réalisés par le charpentier-menuisier ne sont pas effectués au hasard mais obéissent à des conditions et des critères qu'il est nécessaire de découvrir afin d'améliorer l'exécution du travail et la sécurité.

Ces conditions et critères ont été identifiés, d'une part, en comparant les équipements et surfaces de travail en hauteur utilisés dans les différentes situations de travail et sous-tâches, et d'autre part, à l'aide d'entrevues réalisées avec des charpentiers-menuisiers concernés.

##### 7.5.1 Limites d'utilisation des échafaudages portants comme échafaudages de service

Le travail sur l'échafaudage constitue l'équipement de travail en hauteur qui génère, comme nous l'avons vu, le moins de contraintes d'équilibre pour le travailleur. Cependant, celui-ci, tel que disponible actuellement sur les chantiers, ne permet pas d'effectuer certaines sous-tâches, son utilisation comporte plusieurs limites:

- Limite de déplacement en hauteur: le plancher d'échafaudage situé à une hauteur donnée ne permet pas le déplacement du charpentier-menuisier dans le plan vertical. Afin de compenser la limitation en hauteur de l'échafaudage, le charpentier-menuisier grimpe directement sur la structure de coffrage. Cette situation est présente pour la pose de raidisseurs au

TABLEAU 7

ÉQUIPEMENTS ET SURFACES DE TRAVAIL UTILISÉS PAR LES ÉQUIPES DANS  
LES DIFFÉRENTES SITUATIONS OBSERVÉES DANS LE CHANTIER I  
SUIVANT LES SOUS-TÂCHES

## CHANTIER 1

ÉQUIPES ET SITUATIONS DE TRAVAIL	TRAVAIL INTÉRIEUR OU EXTÉRIEUR: ASCENSEUR, ESCALIER	POSE DE LA PAROI COFFRANTE	POSE MONTANTS VERTICAUX	POSE DES RAIDISSEURS	MESURE D'AJUSTEMENT	POSE DU CÔTÉ DU MUR
A1	Extérieur	Échaf. mét. CP	-	.Échaf. mét. CP .Raidisseur .Plate-forme CP .Plate-forme madrier .Échelle .Raidisseurs	Échaf. mét. CP Raidisseur Raidisseurs	Échaf. mét. CP -
	Intérieur	-	-			
A2	Extérieur	Échaf. mét. CP	-	Échaf. mét. CP	.Acier d'armature .Raidisseur .Structure d'échafaudage	.Échaf. mét. CP .Plate-forme médiane .Raidisseur
	Intérieur	Échaf. mét. CP	-	.Échaf. mét. CP .Raidisseur	Acier d'armature	
A3	Extérieur	Échaf. mét. CP	-	.Échaf. mét. CP .Raidisseur	Raidisseur	
	Intérieur	Échaf. mét. CP	-	.Plate-forme madrier .Échelle .Raidisseur		
A4	Extérieur	.Échaf. mét. CP .Échelle	-	.Échaf. mét. CP .Raidisseur	Raidisseur	-
	Intérieur	.Plate-forme CP .Échelle .Échelle d'accès dalle	-	.Plate-forme madrier .Échelle .Échelle d'accès dalle .Raidisseur	.Échaf. mét. CP .Raidisseur	-
B	Extérieur	.Plate-forme madrier .Structure échaf. port. .Bout montant vertical .Raidisseur	.Plate-forme madrier	.Plate-forme madrier .Structure échaf. port. .Bout montant vertical .Raidisseur	.Raidisseur .Longeron .Échaf. port. CP	.Structure d'échaf. portant .Acier d'armature .Raidisseur

LÉGENDE: — Ne s'applique pas      Échaf. mét. CP: Échafaudage métallique plancher contre-plaqué

TABLEAU 8 ÉQUIPEMENTS ET SURFACES DE TRAVAIL UTILISÉS PAR LES ÉQUIPES DANS LES DIFFÉRENTES SITUATIONS OBSERVÉES DANS LE CHANTIER III SUIVANT LES SOUS-TÂCHES

CHANTIER III

ÉQUIPES ET SITUATIONS DE TRAVAIL	TRAVAIL INTÉRIEUR OU EXTÉRIEUR: ASCENSEUR, ESCALIER	POSE DE LA PAROI COFFRANTE	POSE MONTANTS VERTICAUX	POSE DES RAIDISSEURS	MESURE D'AJUSTEMENT	POSE DU CÔTÉ DU MUR
C <sub>1</sub>	Extérieur	.Échelle .Échaf. mét. CP	-	.Échelle .Échaf. mét. CP .Raidisseur	.Raidisseur .Acier d'armature	-
C <sub>2</sub>	Extérieur	.Échaf. mét. CP .Rebord panneau CP .Longeron	.Échaf. mét. CP	.Échelle .Échaf. mét. CP .Rebord panneau CP .Raidisseur	.Raidisseur .Longeron	-
D	Intérieur	.Plate-forme madrier .Plate-forme CP .Échelle .Acier d'armature	.Plate-forme CP	.Plate-forme madrier .Plate-forme CP .Échelle .Raidisseur	.Rebords panneau CP	-
E	Extérieur	.Échaf. mét. CP .Plate-forme CP .Échelle .Tabouret	.Plate-forme CP	.Plate-forme CP	.Échelle .Raidisseur .Acier d'armature	-

LÉGENDE: — Ne s'applique pas      Échaf. mét. CP: Échafaudage métallique contre-plaqué

niveau supérieur du mur pour les équipes A1, A2, C1 et C2 (tableaux 7) et de la paroi coffrante lorsque le mur du coffrage est plus haut [6 m (12 pieds)] dans le chantier III pour l'équipe C.

- Limite de déplacement horizontal: l'échafaudage portant non prévu spécifiquement pour servir d'échafaudage de service n'est pas toujours assemblé de façon à longer entièrement le mur. L'échafaudage trop court est placé environ au milieu de la longueur du mur. Les extrémités du mur ne peuvent pas toujours être atteintes à partir de l'échafaudage (photo 10). Les charpentiers-menuisiers se servent par conséquent d'autres moyens d'accès: l'équipe A2 utilise un madrier comme plate-forme, de raidisseurs et de l'acier d'armature comme surface de travail pour la pose d'un côté du mur; l'équipe C1 utilise une échelle pour poser la paroi coffrante et des raidisseurs; l'équipe E prend une échelle et ensuite un contre-plaqué servant de plate-forme pour poser la paroi coffrante.

#### 7.5.2 L'influence de la solidité du plancher recouvrant l'ouverture de la cage d'ascenseur ou d'escalier

L'influence de la solidité du plancher recouvrant l'ouverture de la cage d'ascenseur ou d'escalier se manifeste lors de la comparaison de l'équipe A dans les situations de travail A1 et A2.

Les parois coffrantes intérieures puis extérieures ainsi que les raidisseurs du côté extérieur du mur sont montés, dans la situation A1, à partir de l'échafaudage métallique reposant sur la dalle de béton extérieure à la cage d'ascenseur. Le travail en hauteur à l'intérieur de la cage d'ascenseur pour monter les raidisseurs du côté intérieur du mur se fait à partir d'une plate-forme de contre-plaqué, de madrier ou de l'échelle.

Le plancher en bois couvrant les ouvertures de l'ascenseur a été monté en porte-à-faux, et les travailleurs jugent sa solidité non-suffisante pour supporter un échafaudage métallique (photo 11).

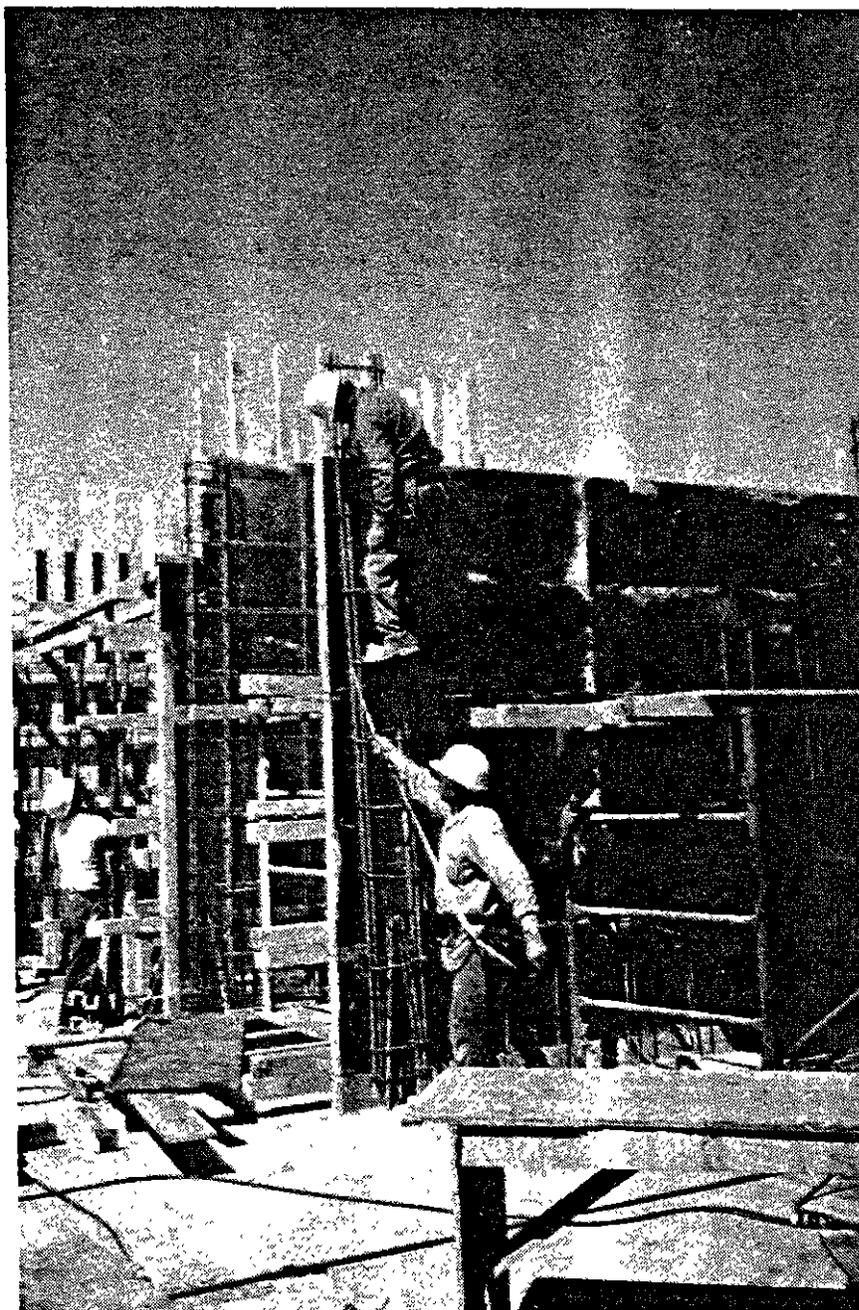


PHOTO 10 L'ÉCHAFAUDAGE AU CENTRE DU MUR NE PERMET PAS D'ATTEINDRE LES EXTRÉMITÉS



**PHOTO 11 .** PLATE-FORME DE TRAVAIL EN HAUTEUR CONSTRUITE DE FAÇON  
À ÉVITER L'APPUI SUR LE PLANCHER DE LA CAGE D'ASCENSEUR  
JUGÉ COMME PAS ASSEZ SOLIDE

La situation A2 est différente du fait que l'ouverture n'est bordée que par deux murs parallèles permettant ainsi de placer un plancher de bois sur de solides poutres en aluminium. De cette façon, un échafaudage métallique est placé d'un côté et de l'autre du mur de coffrage permettant de monter les parois intérieures et extérieures du coffrage.

### 7.5.3 La configuration de l'espace architectural

La configuration de l'espace architectural nous intéresse du fait que l'agencement des murs, des ouvertures d'accès à la dalle peuvent représenter des contraintes influençant le choix des équipements de travail en hauteur.

#### A) L'étroitesse de l'espace

L'étroitesse de l'espace à l'intérieur de la cage d'ascenseur ou d'escalier empêche l'utilisation des échafaudages portants comme échafaudage de service. Ceci a des conséquences sur les contraintes d'équilibre et la sécurité des travailleurs mais également sur la production. L'équipe D se trouve dans cette situation, un muret partage en son centre la cage d'escalier (photo 12). N'ayant pas de place pour un échafaudage, elle monte le mur de façon à disposer d'un aménagement permettant de disposer de plates-formes de travail. Pour cela, les charpentiers-menuisiers montent entièrement la partie intérieure du mur (paroi coffrante, montants verticaux et raidisseurs). Une fois la partie inférieure du mur montée, ils disposent d'appuis pour placer les plates-formes et monter la partie supérieure. Cette façon de procéder entraîne des opérations supplémentaires particulièrement en ce qui concerne la pose des montants verticaux et des ajustements. Cette situation aurait pu être évitée avec l'utilisation d'échafaudage de service aux dimensions adaptées par rapport à l'espace disponible.

#### B) Les ouvertures d'accès à la dalle

Les ouvertures d'accès à la dalle se situent généralement à l'emplacement de l'ouverture de la cage d'ascenseur ou d'escalier, donc près du mur à coffrer. L'existence de telles ouvertures empêche

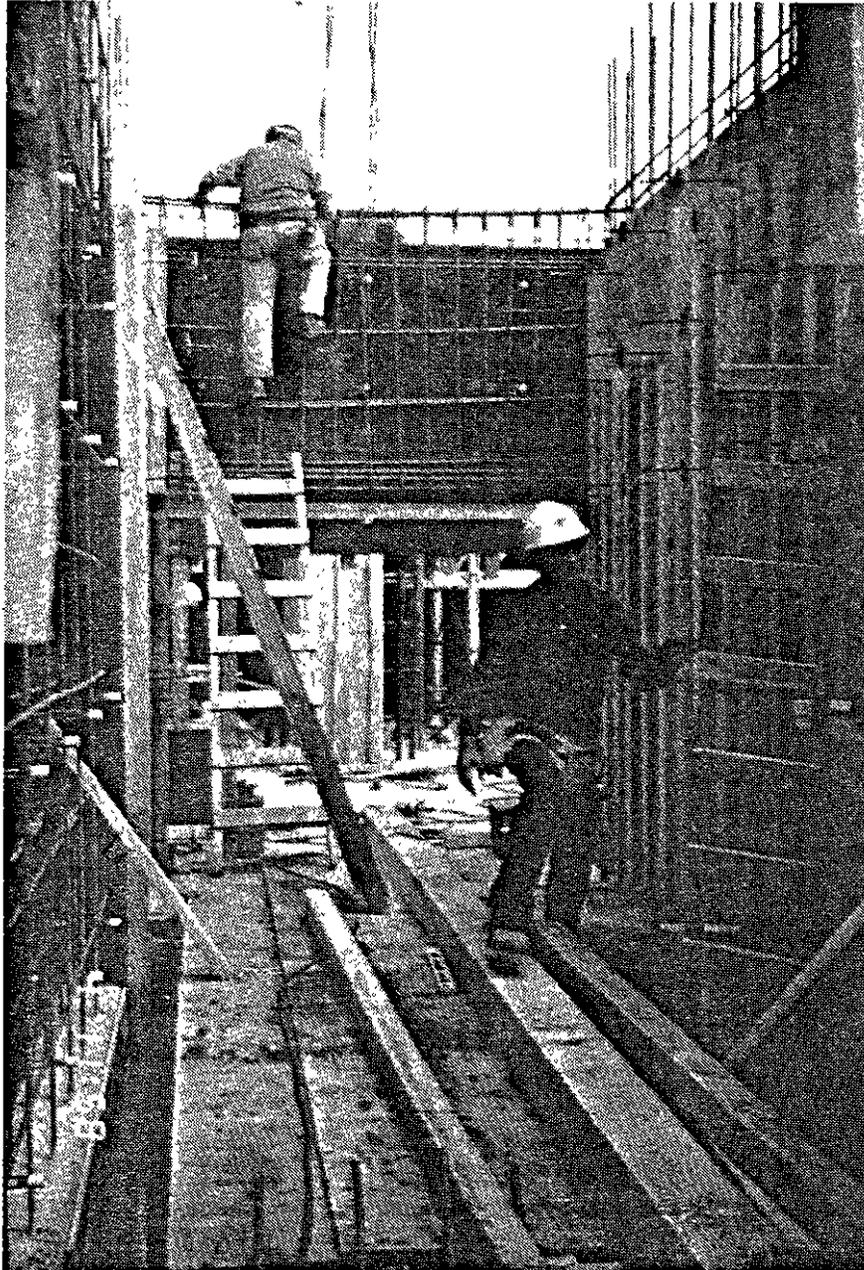


PHOTO 12 PRÉSENCE D'UN MURET AU CENTRE DE LA CAGE D'ESCALIER,  
DÉPASSANT DU PLANCHER ET GÊNANT L'EXÉCUTION DU TRAVAIL

l'utilisation de l'échafaudage métallique. Le cas s'est présenté dans les situations A3 et A4 (photo 13). Dans la situation A3, la paroi coffrante intérieure a pu être montée à partir de l'extérieur du mur, ce qui n'a pas été possible dans la situation A4. En effet, dans cette situation, la paroi extérieure du mur avait été montée avant la paroi intérieure.

#### 7.5.4 L'entreposage des matériaux sur la dalle

Les matériaux de construction sont parfois entreposés au pied du mur encombrant l'espace de travail. Il s'agit, d'une part, de l'acier d'armature stocké par le ferrailleur dans le but de l'avoir près du lieu de sa mise en place, ou d'autre part, de l'élingueur qui, faute d'espace, place des tas de madriers ou de feuilles de contre-plaqué près du mur. L'équipe E dans le chantier 3 fait face à une telle situation. L'élingueur a placé un tas de madriers au pied du mur que les charpentiers-menuisiers construisent. Devant l'impossibilité d'utiliser l'échafaudage-métallique ou l'échelle, les charpentiers-menuisiers se sont servis du tas de madriers comme support permettant de placer une plate-forme de contre-plaqué appuyée sur la structure d'échafaudage portant et le tas de bois. L'inclinaison du plancher due à la différence de hauteur des points d'appui est compensée par la superposition de deux plates-formes. Les charpentiers-menuisiers, ayant besoin de madriers, puisent dans le tas qui supporte la plate-forme pendant que dessus s'effectue la construction du coffrage du mur (photo 14).

L'encombrement de l'espace dû à l'entreposage de matériaux sous la dalle est complexe à résoudre. En effet, ce problème nécessite la prise en considération de la planification temporelle et spatiale des différentes tâches réalisées sur le chantier ainsi que des communications entre les différents corps de métiers.

#### 7.5.5 La coordination spatio-temporelle des tâches

L'objet de la construction étant l'espace lui-même, le manque de coordination entre les tâches peut réduire l'espace de travail comme le cas s'est présenté dans les situations de l'équipe B.

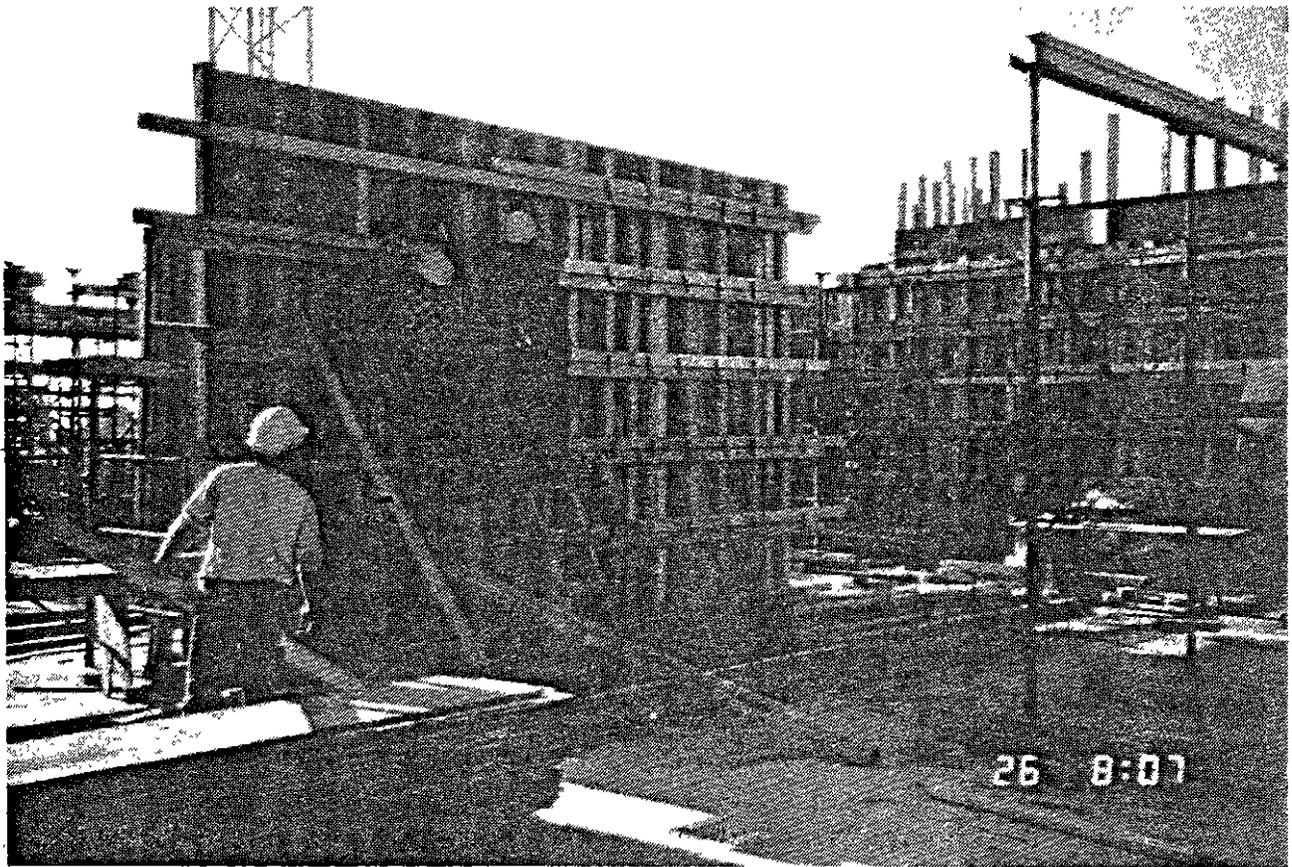


PHOTO 13 OUVERTURE DE LA DALLE RENDANT PLUS DIFFICILE L'ACCÈS AU  
PLAN DE TRAVAIL EN HAUTEUR

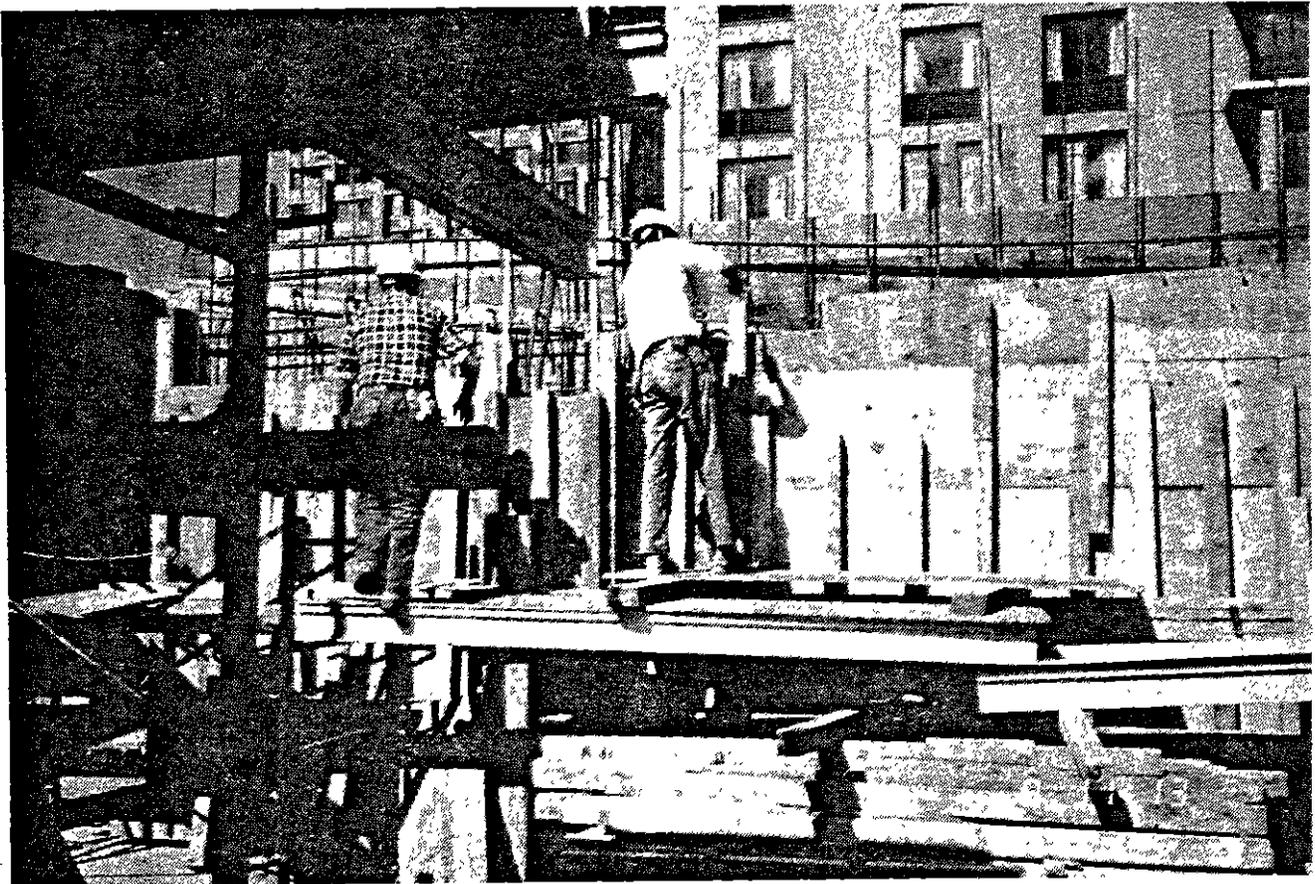


PHOTO 14 TAS DE MATÉRIAUX DEVANT LE MUR À COFFRER OBLIGEANT  
À L'IMPROVISATION D'UNE SURFACE DE TRAVAIL EN HAUTEUR

Cette équipe doit ériger la paroi extérieure d'un mur après le montage du coffrage de plancher constitué d'échafaudages portants. L'espace de travail entre le mur à monter et les échafaudages portants est restreint à environ un mètre. Les charpentiers-menuisiers vont devoir improviser une plate-forme de travail le long du mur avec des madriers et ils utiliseront la structure de coffrage déjà existante pour monter les côtés du mur. Ces conditions obligent le charpentier-menuisier à travailler avec des contraintes d'équilibre importantes décrites dans le paragraphe précédent (photo 15).

#### 7.5.6 Disponibilité des équipements: critères de choix des charpentiers-menuisiers et règles prescrites d'utilisation

L'utilisation d'équipements et de matériaux comme surface de travail en hauteur pour le coffrage de mur conventionnel ressemble au travail sur échafaudages portants. En effet, il n'existe pas sur le chantier d'équipements de travail en hauteur spécifiques mais les charpentiers-menuisiers doivent utiliser les matériaux de construction présents sur le chantier. Seule l'échelle peut être considérée comme un équipement de travail en hauteur spécifique mais son usage est restreint. L'échafaudage métallique lui-même n'est pas destiné au départ à servir d'échafaudage de service, s'il est employé à cet effet, c'est à cause de sa présence sur le chantier comme structure portante pour le coffrage de plancher.

##### A) Les critères de choix des charpentiers-menuisiers

Dans les situations précédentes, nous avons vu que le choix des équipements et des surfaces de travail en hauteur est influencé par les conditions de la tâche. L'observation de ce choix et les entrevues à ce sujet ont permis de mieux connaître les critères utilisés par les travailleurs observés. Certains de ces critères sont similaires au travail sur les échafaudages portants. La surface de travail est considérée selon sa solidité, sa rigidité et sa largeur. Deux autres critères sont mentionnés avec le choix possible de l'utilisation de l'échelle ou de l'échafaudage: il s'agit de la mobilité de la posture et de la hauteur de travail.

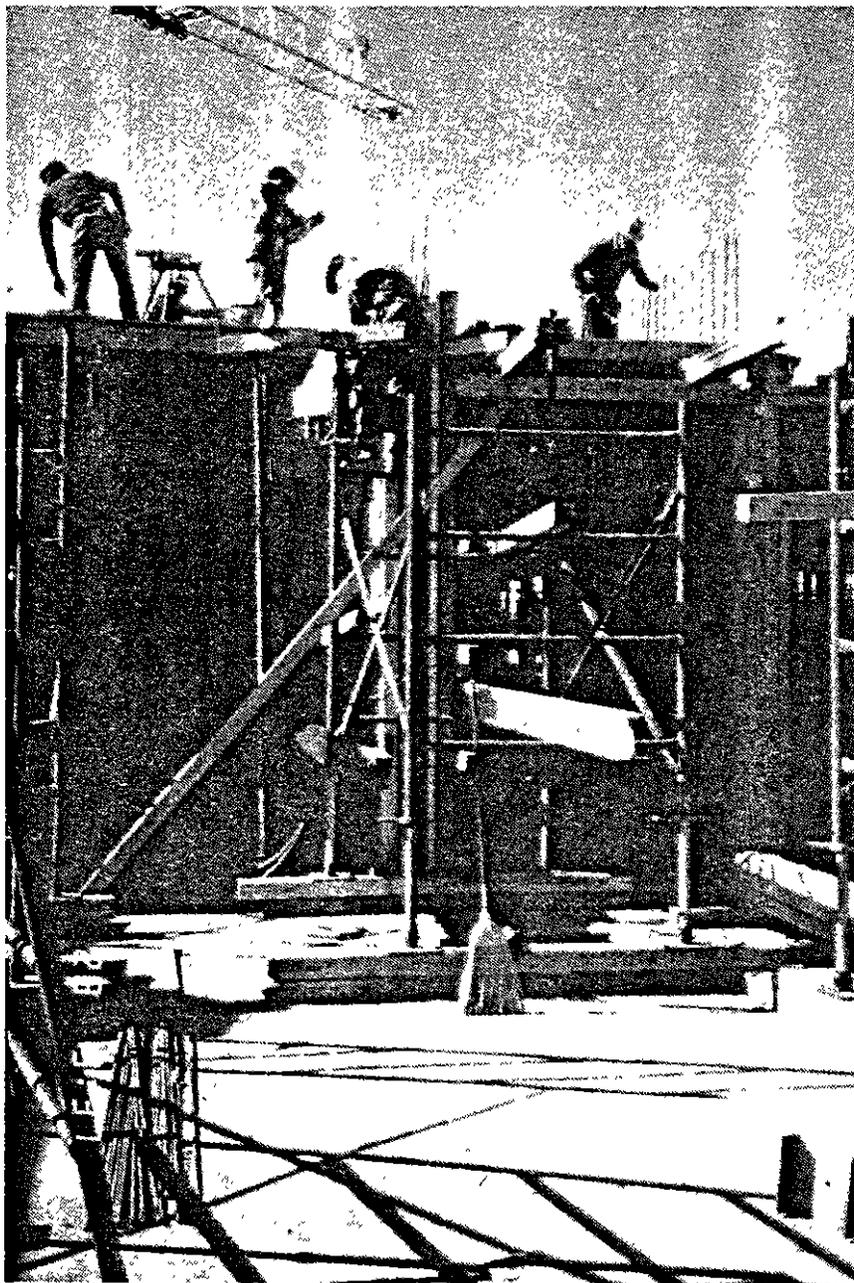


PHOTO 15 · ESPACE DE TRAVAIL RÉDUIT POUR MONTER LE COFFRAGE DE MUR  
DU FAIT DE LA PROXIMITÉ DU COFFRAGE DE DALLE

L'importance de disposer d'une surface de travail permettant plus facilement les changements posturaux se concrétise par la préférence des charpentiers-menuisiers observés d'utiliser d'abord l'échafaudage métallique et ensuite une plate-forme de contre-plaqué ou même de madriers. Dans de nombreuses situations (A1, A2, A3, C1, D, E), l'échelle est choisie en dernier recours (photo 16). Cela s'explique possiblement par le fait que la pose de la paroi coffrante ou des raidisseurs nécessite une activité posturale dans le plan horizontal. Nos résultats à ce propos montrent que le travail sur l'échelle nécessite davantage de positions le dos en torsion. Marcellin et Millanvoye (1981) observent que les travailleurs âgés cherchent à éviter les mouvements de rotation du tronc.

La seule situation observée où l'échelle peut être choisie de préférence à l'échafaudage est lors de la pose de la hauteur de feuilles de contre-plaqué. Cette hauteur est trop élevée pour poser la feuille à partir du sol et trop basse pour la poser depuis le plancher de l'échafaudage. Suivant ces caractéristiques, le travailleur peut choisir de poser les feuilles de contre-plaqué à partir de l'échafaudage, ce qui l'oblige à adopter des postures à genoux et penché (A1, A2, A3, E) ou à partir de l'échelle en position debout, mais avec une torsion du dos plus fréquente (A4, C2) (photo 17).

#### B) Règles prescrites d'utilisation des échelles et échafaudages

Les critères de choix des charpentiers-menuisiers ne correspondent pas aux règles prescrites d'utilisation du code de sécurité de la construction ou des règles invoquées par les cadres techniques.

Le Code de sécurité réfère aux critères de durée du travail pour guider le choix d'utilisation d'une échelle versus l'échafaudage (article 3.9.1). Tout travail de moins d'une heure peut s'effectuer sur une échelle. Ce critère de temps n'est pas appliqué car il ne correspond pas aux caractéristiques des tâches et aux contraintes posturales rencontrées par le charpentier-menuisier. Le seul critère de durée s'avère dans ce cas insuffisant comme critère de choix de l'échelle plutôt que de l'échafaudage.

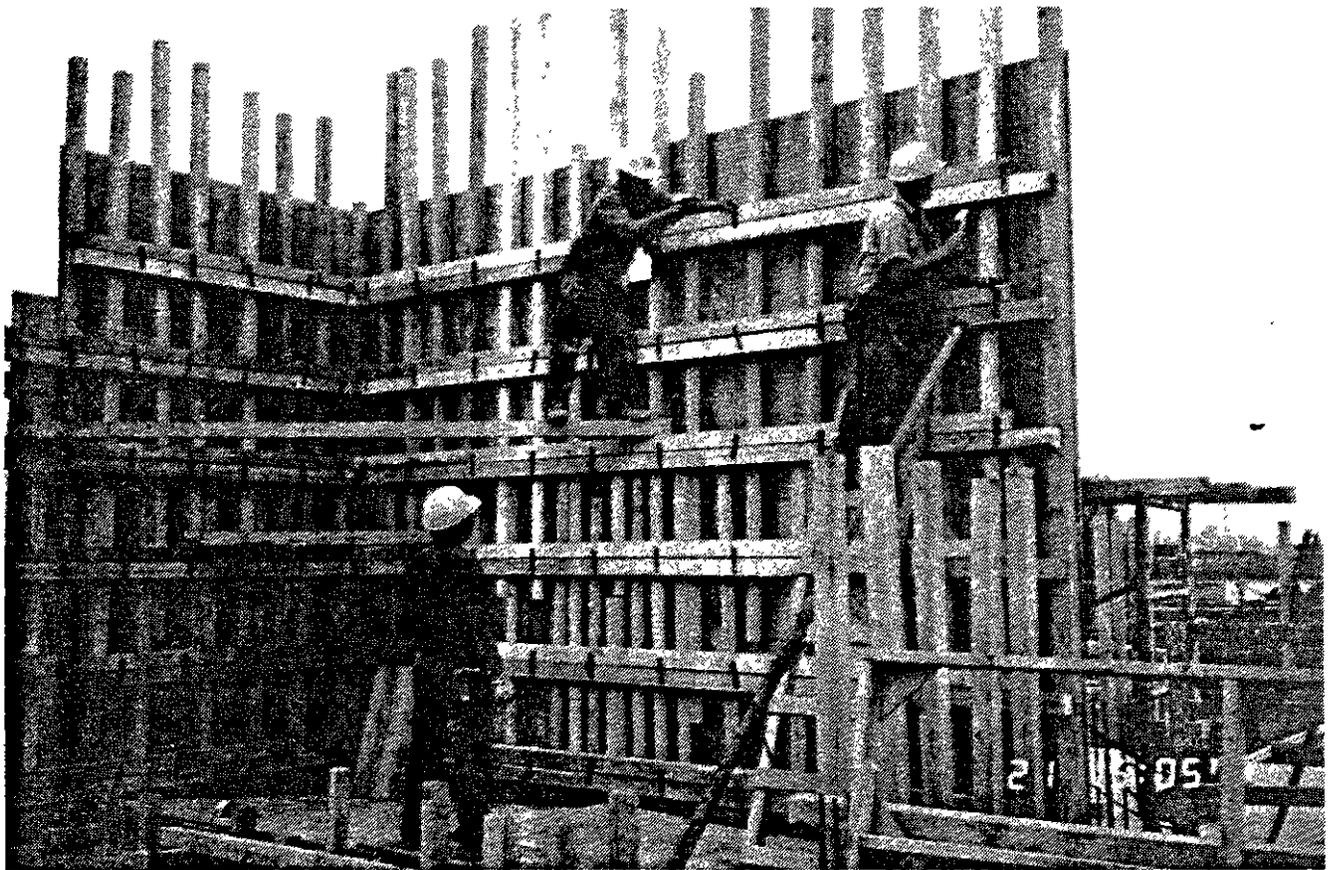


PHOTO 16 . UTILISATION D'UNE PLATE-FORME DE MADRIER  
ET D'UNE ÉCHELLE LORS D'UN COFFRAGE DE MUR

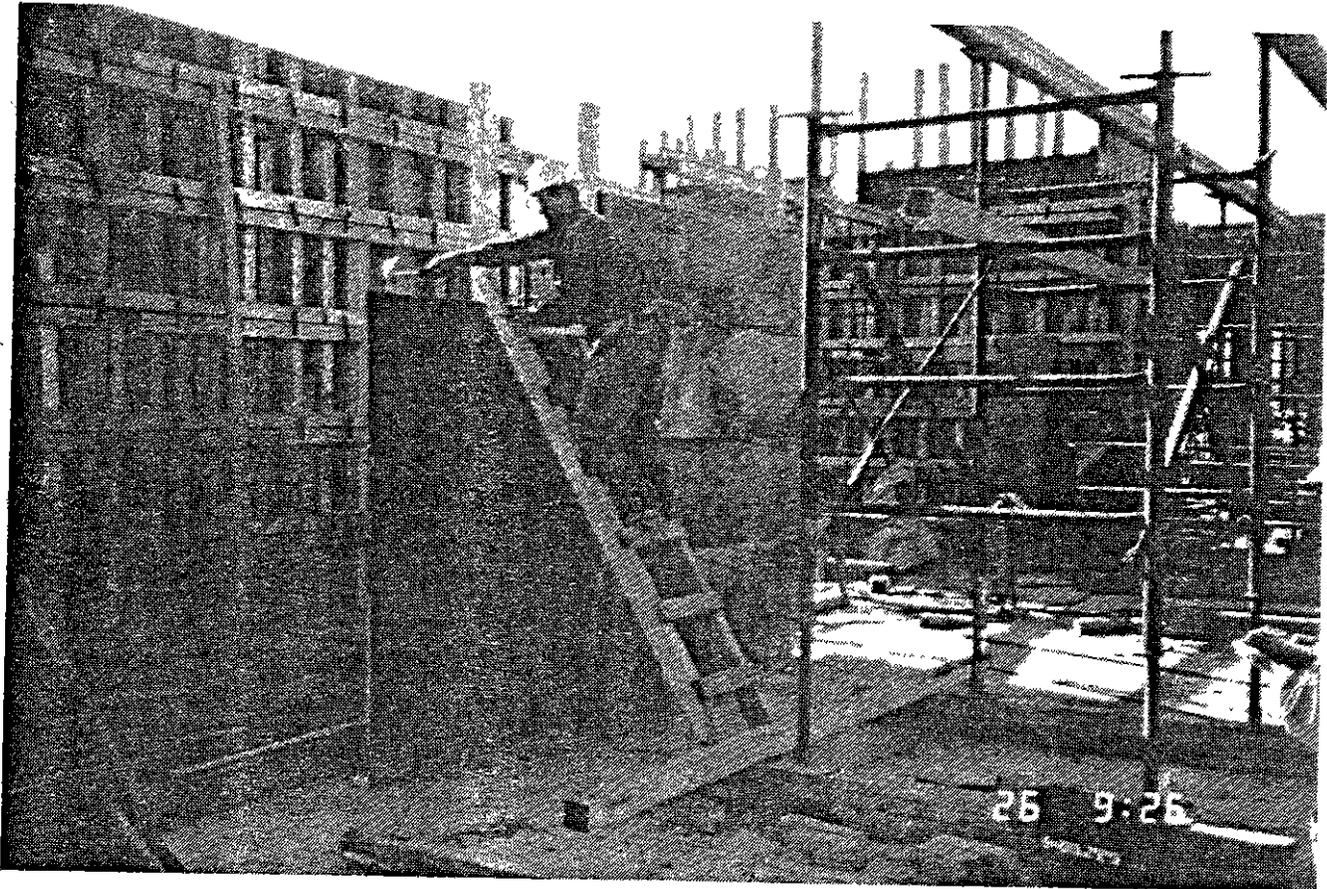


PHOTO 17 UTILISATION DE L'ÉCHELLE POUR LA POSE DES TIRANTS  
À LA HAUTEUR DU QUATRIÈME CONTRE-PLAQUÉ

Les cadres techniques des travaux de coffrage lors d'entrevues nous ont mentionné l'importance accordée à la hauteur du mur pour déterminer le choix de l'équipement de travail. Les murs de 4,2 m (14 pieds) et plus nécessitent l'utilisation d'échafaudages alors que l'échelle suffit pour monter les murs de hauteur inférieure. Ce critère est choisi en fonction de la régulation entre temps de préparation et temps de production. La "perte de temps" pour monter l'échafaudage étant jugée acceptable pour les murs où la hauteur nécessite une durée de travail plus longue sur l'équipement. De plus, le danger représenté par la hauteur de chute est également pris en considération. Ces critères ne prennent pas en compte les contraintes de l'exécution de la tâche pour les charpentiers-menuisiers qui, faute d'échafaudage métallique prévu, iront tout de même se construire une plate-forme de travail souvent plus adaptée à l'exécution de la tâche que l'échelle. Dans ce cas, nous avons observé les charpentiers-menuisiers construire le mur de façon à s'aménager des appuis pour placer la plate-forme servant à travailler en hauteur. Il n'est donc pas certain que les gains de temps prévus en n'utilisant pas d'échafaudage soient réalisés. Au contraire, on peut faire l'hypothèse que pour le charpentier-menuisier, le fait de devoir travailler avec de fortes contraintes d'équilibre ralentit l'exécution de son travail tout en augmentant les risques d'accident.

## 7.6 Conclusion

L'analyse du choix des surfaces de travail en hauteur fait par les charpentiers-menuisiers montre l'importante influence des conditions d'exécution du travail. Devant l'inadéquation des échafaudages disponibles, le charpentier-menuisier doit utiliser des surfaces de travail en hauteur entraînant des contraintes d'équilibre importantes qu'il compense par son habileté. Cette habileté peut elle-même être mise en défaut et se traduire par des incidents ou des accidents.

L'échafaudage métallique s'avère l'équipement de travail en hauteur le mieux adapté. Cependant, sur les chantiers où s'est déroulée l'étude, les échafaudages utilisés étaient des échafaudages por-

tants non prévus à cet effet. Par conséquent, ces échafaudages n'étaient pas adaptés à certaines conditions d'exécution du travail: longueur et hauteur du mur à construire, ouverture d'accès à la dalle, étroitesse de l'espace de travail.

L'échelle telle que présente sur le chantier est peu adaptée pour servir de surface de travail en hauteur. Elle entraîne des contraintes d'équilibre importantes pour le charpentier-menuisier. L'absence de gestion préventive fait que la qualité de son assemblage peut comporter des défaillances dues à l'usure. L'encombrement de l'espace ou le manque de possibilité d'appui augmentent l'insécurité de son utilisation. Ces facteurs d'inadaptations font que l'échelle est le plus souvent utilisée en dernier recours lorsqu'il est impossible ou plus difficile de disposer d'échafaudages métalliques ou d'une plate-forme de contre-plaqué ou de madriers. La seule situation où l'échelle apparaît utile, serait pour placer la paroi coffrante au niveau du quatrième contre-plaqué, trop haut pour être placé à partir du sol et trop bas depuis l'échafaudage. Même dans cette situation, l'utilisation d'un tabouret pourrait s'avérer être plus adaptée.

Les plates-formes de contre-plaqué ou de madriers permettent de remplacer l'échafaudage métallique dans les situations où il est impossible de l'utiliser. La plate-forme de madrier entraîne de fortes contraintes d'équilibre, des problèmes de stabilité du support et de solidité des appuis.

La plate-forme de contre-plaqué pose essentiellement le problème de stabilité du support et de solidité des appuis. De plus, l'utilisation d'une plate-forme nécessite pour le travailleur de planifier le montage du coffrage de façon à pouvoir disposer d'appuis.

La structure de coffrage sert de surface du fait de l'inadaptation des autres équipements en hauteur. Son emploi comporte d'importantes contraintes d'équilibre et des risques d'effondrement des appuis, non conçus et prévus à cet effet.

L'analyse des critères de choix entre l'utilisation d'échafaudage et l'échelle comme surface de travail montre des différences entre, d'une part, des critères mentionnés par les charpentiers-menuisiers observés, d'autre part, les critères prescrits par le Code de sécurité de la construction ou invoqués par les cadres techniques de coffrage.

De plus, le choix de la surface de travail en hauteur n'est pas uniquement tributaire de l'adaptation de l'équipement à un espace de travail. En effet, cet espace de travail est lui-même fonction de l'évolution de l'espace produit, fabriqué, c'est-à-dire de la planification de la coordination spatiale et temporelle des tâches entre elles.

## CHAPITRE 8

### SYNTHÈSE DES RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Une importante diversité d'équipements et de matériaux servent de surfaces de travail en hauteur lors du montage de coffrage de dalle avec échafaudages portants et conventionnels pour murs. Cette diversité peut être la conséquence à la fois de l'inadaptation des équipements de travail en hauteur utilisés et de la variété des conditions d'exécution du travail. L'étude de l'insécurité des situations de travail va permettre d'analyser cet aspect.

#### 8.1 L'insécurité des situations de travail

##### 8.1.1 Le non-suivi des règles de sécurité

###### A) Les échafaudages

Les matériaux présents sur les chantiers ne correspondent pas à ceux prescrits par le Code de sécurité de la construction pour servir de plancher d'échafaudage (madriers de 50 mm sur 250 mm). Aussi, la feuille de contre-plaqué clouée sur des madriers est considérée comme équivalente. Les planchers, lors du travail sur l'échafaudage portant, ne recouvrent pas entièrement les membrures horizontales. Au contraire, celles-ci sont recouvertes entièrement lorsque la structure d'échafaudages portants est utilisée comme échafaudages de service lors du coffrage de mur. Cette situation montre l'importance de la fonction attribuée à l'équipement. Dans le premier cas, la fonction de l'échafaudage est de servir de structure portante alors qu'il sert également d'échafaudage de service; dans le deuxième cas, il est employé uniquement comme échafaudage de service.

### B) Les échelles

Les échelles sont toutes construites sur le chantier. Elles sont dimensionnées selon les règles prescrites mais comportent des faiblesses en ce qui a trait à la qualité du bois et surtout à leur assemblage. Les défauts d'assemblage sont dus principalement à l'usure de l'échelle et à l'absence de gestion de celle-ci sur le chantier.

### C) Les plates-formes

L'utilisation de plates-formes de travail lors du coffrage conventionnel implique des situations d'insécurité en regard du Code. Elles sont dues dans le cas de plates-formes en contre-plaqué à l'absence de fixations de celles-ci, et d'entretoises. À ces défauts, viennent s'ajouter l'étroitesse de la surface de travail pour la plate-forme de madriers.

### D) La structure de coffrage

L'inadaptation de la surface de travail en hauteur sur ces équipements se manifeste notamment par la nécessité pour le charpentier-menuisier de s'appuyer directement sur la structure d'échafaudage portant ou de coffrage de murs. Ces surfaces de travail ne correspondent pas aux règles prescrites par le Code.

## 8.1.2 Les contraintes d'équilibre

### A) L'augmentation du polygone de sustentation

Les planchers de madriers favorisent, de façon significative, un usage plus fréquent de l'appui d'un pied sur la structure de coffrage par rapport au plancher de contre-plaqué ou lors du travail sur l'échelle.

Ces résultats montrent l'influence de l'étroitesse de la surface d'appui qui oblige le travailleur à adopter une position en équilibre instable pour atteindre le plan de travail. Toutefois, ces

contraintes d'équilibre se présentent également avec le plancher de contre-plaqué qui ne recouvre pas entièrement les boulins ou qui se trouve trop éloigné du mur. De plus, le mauvais état du matériel, comme par exemple la déformation de la section des supports de longueur, oblige le charpentier-menuisier à se rapprocher de son plan de travail.

#### B) La posture le dos penché

Il n'existe pas de différence entre les équipements et surfaces de travail en ce qui concerne l'adoption de postures penchées. En effet, le charpentier-menuisier préfère plutôt se rapprocher en appuyant un pied sur la structure de coffrage. La posture penchée est plus souvent présente lors de la tâche qui consiste à poser les longerons et à les fixer. La première tâche nécessite la manutention de madriers de 2,9 à 4,8 m (8 pieds à 16 pieds) de long. À notre connaissance il n'existe pas, sur ce sujet, de recherches concernant l'influence de l'étroitesse de la surface d'appui des pieds sur la charge posturale du dos.

#### C) La posture le dos en torsion

Le travail en appui sur la structure d'échafaudages portants et sur l'échelle génère de façon significative une plus grande fréquence de postures de travail le dos en torsion. Cette situation s'explique par la plus grande fixité des membres supérieurs requise par l'appui des pieds sur ces surfaces.

Ces résultats montrent comment les charpentiers-menuisiers compensent par leur habileté et une charge posturale plus importante, l'étroitesse du plancher d'échafaudage, l'éloignement du plan de travail et les restrictions relatives au déplacement des pieds.

### 8.1.3 Les incidents

Les incidents observés permettent de faire le lien entre les contraintes d'équilibre et les accidents. Ils ont été classés selon deux catégories:

- la surface d'appui qui cède: cette catégorie d'incidents s'applique d'abord au travail effectué en appui directement sur la structure de coffrage non conçue pour servir de surface de travail et qui doit supporter le poids du travailleur, ensuite à l'utilisation des matériaux de mauvaise qualité, et enfin, à un assemblage défectueux;
- la perte d'un point d'appui: cette catégorie regroupe notamment les incidents, tels que glisser et manquer l'appui. Ils ne peuvent, cependant, rendre compte à eux seuls de tous les incidents observés. Ces derniers peuvent s'expliquer par le conflit entre les gestes de maintien de l'équilibre et de production. Dans ce cas-là, l'habileté du travailleur ne peut plus suffire et ce conflit va se traduire par des incidents tels qu'échapper du matériel, se frapper ou chuter.

Sans attribuer à cette dernière explication l'origine de tous les accidents, frapper ou heurter, elle nous permet d'établir un lien entre les problèmes d'équilibre et ce genre d'accidents.

La fréquence de ces incidents ou accidents peut être augmentée par d'autres facteurs, comme par exemple la fatigue, le froid, les surfaces de travail glissantes.

### 8.1.3 Conclusion

L'étude de l'insécurité des situations de travail en hauteur révèle qu'actuellement aucun matériau ou équipement ne sont véritablement adaptés. L'inadaptation de ces matériaux ou équipements vient du fait qu'ils ne sont pas prévus, au départ, pour servir de surface de travail en hauteur.

De plus, d'autres facteurs doivent également être considérés:

- lors du travail sur l'échafaudage portant, la section des tubes des supports de longerons ou des cadres déformée. Le vérin du support de longeron réglé à la hauteur maximale, les madriers trop larges de ces mêmes supports.

- Lors du coffrage de murs, des obstacles empêchent de rapprocher suffisamment l'échafaudage, l'impossibilité d'ajuster le plancher lorsque la hauteur du mur est trop élevée, l'échafaudage qui ne longe pas entièrement le mur.

L'étude de l'insécurité permet ainsi de dégager des caractéristiques pertinentes pour améliorer la sécurité. Celles-ci sont toutefois insuffisantes, car l'inadaptation des équipements ou des matériaux n'explique pas tout. Il est nécessaire, devant la variété des situations possibles, de comprendre les choix effectués par les charpentiers-menuisiers, les conditions et les critères susceptibles de les influencer.

## 8.2 Le choix des matériaux et équipements de travail en hauteur

### 8.2.1 Le travail sur les échafaudages portants

Lors du travail sur les échafaudages portants, deux stratégies dans le renouvellement des situations de travail ont été mises en évidence.

La première stratégie vise à utiliser les mêmes matériaux comme planchers d'échafaudages pour l'ensemble des sous-tâches et lors du renouvellement de la situation de travail.

La deuxième stratégie consiste à utiliser la structure d'échafaudages portants comme surface de travail, et à l'occasion des matériaux suivant les besoins et la proximité de ceux-ci.

Le choix de la stratégie et du type de matériaux est influencé par la tâche à effectuer. Lorsque celle-ci nécessite un renouvellement rapide, le charpentier-menuisier privilégie le choix de matériaux plus faciles à mettre en place comme plancher d'échafaudage, tel le madrier, ou préfère utiliser la deuxième stratégie. Dans la tâche de coffrage de planchers autour de la colonne où le renouvellement de la situation de travail est moins rapide et nécessite davantage de précision, le charpentier-menuisier choisit plutôt la première stratégie et installe un plancher fait de contre-plaqué cloué sur deux madriers.

Le renouvellement rapide des situations de travail laisse apparaître une plus grande variété dans le choix des stratégies utilisées et des matériaux servant de surface de travail en hauteur. Dans ce type de tâche, il semble que les différences individuelles ou de méthodes de travail en équipe aient une influence plus importante dans les choix effectués.

Outre les caractéristiques de renouvellement de la tâche, d'autres facteurs influencent le choix des stratégies et des matériaux servant de surface de travail en hauteur:

- la proximité des matériaux de la situation de travail;
- la disponibilité des matériaux sur le chantier.

La disponibilité des matériaux se pose particulièrement lorsqu'il y a transition sur le chantier entre la technique de coffrage conventionnel et de coffrage-outil. Dans cette dernière, le coffrage étant déjà monté en sections, il y a, sur le chantier, une absence de matériaux susceptibles d'être utilisés comme surface de travail en hauteur.

- Les variations architecturales peuvent nécessiter le changement de technique de coffrage et par conséquent, de procédures de travail.
- Le type d'instructions centré sur le résultat ou la manière de faire, donné par le contremaître, influence directement ou indirectement le choix de la surface de travail en hauteur.

### 8.2.2 Le coffrage conventionnel pour murs

Avec le coffrage conventionnel pour murs, les stratégies définies précédemment n'apparaissent pas aussi clairement du fait de la variété des situations rencontrées qui influent sur le choix des équipements et de situations de travail en hauteur. L'échafaudage métallique avec un plancher de contre-plaqué constitue l'équipement de travail en hauteur de base utilisé lorsque cela est possible. Dans le cas contraire, les charpentiers-menuisiers choisissent de travailler sur une plate-forme de contre-plaqué ou de madriers.

L'échelle est l'équipement choisi en dernier recours, excepté parfois pour placer le quatrième niveau de contre-plaqué, celui-ci étant trop haut pour être monté à partir du sol et trop bas à partir de l'échafaudage. Différentes conditions expliquent que l'échafaudage métallique ne puisse pas être utilisé:

- l'inadaptation de l'échafaudage lui-même qui est construit à partir de structures d'échafaudages portants;
- le manque de solidité de la plate-forme recouvrant l'ouverture de la cage d'ascenseur ou d'escalier;
- la configuration de l'espace architectural plus particulièrement l'étroitesse de cet espace, la présence de muret servant à rigidifier la cage d'ascenseur ou d'escalier, l'existence d'ouverture d'accès à la dalle;
- l'entreposage de matériaux sur la dalle près du mur;
- les difficultés de coordination spatio-temporelles entre les tâches de coffrage de dalle et de coffrage de murs qui réduisent, pour ce dernier, l'espace disponible de travail.

### 8.2.3 Les critères de choix des équipements et des matériaux servant de surfaces de travail en hauteur

La variété des matériaux et équipements utilisés comme surface de travail, l'absence d'équipements adaptés que révèlent l'étendue de l'insécurité peut se comprendre par l'analyse des critères de choix. En effet, les critères employés par les personnes en charge de l'approvisionnement peuvent favoriser ou non la disponibilité d'équipements ou de matériaux adaptés au travail sur le chantier. Ces critères peuvent également différer selon les responsabilités des personnes: ingénieurs, techniciens, contremaîtres, agents de sécurité, travailleurs.

C'est ainsi que des critères différents peuvent être considérés dans le choix de matériaux servant de plancher d'échafaudage:

- Un premier type de critère correspond à la solidité du plancher et la largeur minimale de 480 mm (en pieds) indiquée dans le Code.
- Un deuxième type de critère présent également dans le Code mentionne que le plancher de l'échafaudage doit recouvrir entièrement les boudins.
- Le travailleur considère d'autres critères tels la solidité du plancher, la rigidité, la largeur et la facilité de mise en place. Ce dernier critère joue un rôle important suivant la rapidité de renouvellement de la situation de travail.

Dans la situation de coffrage de murs, les différences de critères s'observent avec l'utilisation de l'échelle versus l'échafaudage. Des cadres techniques rencontrés nous ont dit considérer la hauteur du mur pour effectuer ce choix. Le Code de sécurité - en autant que les autres règlements soient respectés - prend en compte la durée du travail. Le charpentier-menuisier considère à la fois la hauteur du travail, les contraintes posturales élevées sur l'échelle et les possibilités d'utiliser d'autres équipements ou matériaux. Les contraintes posturales étant importantes, les résultats montrent que les charpentiers-menuisiers préfèrent utiliser d'autres surfaces de travail même si celles-ci sont étroites comme la plate-forme de madriers.

Cela montre que les équipements ou les matériaux servant de surface de travail ne doivent pas être choisis uniquement en fonction d'un seul critère, fut-il celui de sécurité. Le choix doit prendre en compte aussi bien les critères de sécurité que des critères relatifs à l'activité du travailleur intégrant à la fois les contraintes de production et les caractéristiques du travailleur. À ce sujet, on peut penser qu'il serait préférable de rendre disponible une variété d'équipements et de matériaux correspondant aux critères de sécurité et de l'activité de travail que le charpentier-menuisier pourrait utiliser selon ses besoins. Le chapitre suivant traite en détail des recommandations proposées.

Cette recherche est une des rares études à s'être intéressée à l'activité des travailleurs sur le chantier. Elle a permis de préciser des modèles concernant, d'abord, les contraintes d'équilibre résultant de l'interaction entre le travailleur, sa tâche et les équipements de travail en hauteur, ensuite, de relier les contraintes d'équilibre à des modèles d'accident, et enfin, de mieux comprendre les critères et facteurs pouvant influencer les choix des équipements de travail en hauteur.

Sur le plan pratique, ces résultats vont permettre aux organismes et aux personnes concernées, dans la mesure où celles-ci établiront un lien entre les situations décrites et leur réalité, à appliquer des solutions pour améliorer l'exécution du travail et la sécurité.

Le problème de sécurité relatif au renouvellement des situations de travail en hauteur dépasse, à notre sens, largement le cadre des deux situations étudiées. Il représente un facteur important influençant des conditions d'exécution du travail et de sécurité dans l'ensemble des travaux de construction. Cependant, il doit être abordé en considération des particularités des différentes tâches. On ne peut, à ce sujet, généraliser les résultats obtenus et faire l'économie de l'analyse du travail. Celle-ci est nécessaire et doit permettre de proposer des solutions adaptées aux activités des travailleurs concernés.

Les recommandations proposées dans le prochain chapitre sont donc principalement valables pour les situations de travail étudiées.

## CHAPITRE 9

### RECOMMANDATIONS

Les résultats obtenus nous permettent de proposer des recommandations afin d'améliorer les conditions d'exécution des tâches étudiées. À l'étape actuelle de rédaction de cette étude, les propositions n'ont pas fait l'objet de consultation avec les parties concernées. Leur formulation a donc comme principal objectif de susciter des discussions qui se concrétiseront, nous l'espérons, par l'adoption des solutions proposées, ou qui en favoriseront de nouvelles.

À notre point de vue, il n'existe pas une seule solution qui va régler tous les problèmes, mais il est préférable pour atteindre les objectifs désirés, d'agir à plusieurs niveaux. Lorent (1987) distingue trois niveaux: la conception, l'organisation et le chantier. Il nous apparaît également nécessaire de différencier les changements à apporter pour améliorer les conditions d'exécution du travail et les moyens pour y parvenir.

#### 9.1 Changements à apporter pour améliorer les conditions d'exécution du travail

Les résultats de l'étude montrent l'absence d'équipements et de matériaux servant de surface de travail en hauteur adaptés ainsi que des problèmes d'espace dus à des contraintes architecturales ou de planification et de coordination des tâches.

L'amélioration des conditions d'exécution du travail commence donc dès la conception et se continue sur le chantier.

##### 9.1.1 La conception

La conception s'applique à trois domaines: les plans et devis, les équipements de travail en hauteur et les matériaux.

### A) La conception dès la réalisation des plans et devis

La conception dès la réalisation des plans et devis est importante, du fait que les décisions qui se prennent à ce niveau influencent par la suite les conditions d'exécution du travail. En effet, l'activité sur le chantier est complètement dirigée vers l'objectif de production qui se manifeste par le respect des échéanciers. Ceci se traduit souvent par la formule "on est toujours en retard". Pour parer à tout incident ou perturbation, souvent un surintendant essaie de prendre de l'avance. De plus, il peut bénéficier de primes si les travaux sont terminés en avance ou l'entrepreneur, de pénalité, pour les travaux en retard. Dans ces conditions, le travail sur le chantier offre moins de place aux décisions et au temps consacré à penser à l'exécution du travail. Il est donc nécessaire de le préparer avant même le commencement du chantier, lors de la consultation des plans architecturaux, de la définition des procédés de production, du choix des équipements des matériaux, c'est-à-dire lors de la réalisation des plans et devis. Elle nécessite que les plans architecturaux soient connus à l'avance, ce qui n'est pas toujours le cas.

#### - La conception architecturale

Sur le chantier no 3, la rigidification de la cage d'escalier est réalisée par une poutre qui forme un muret. Celle-ci constitue un obstacle au sol empêchant la mise en place adéquate d'un échafaudage de service pour le coffrage du mur intérieur. De plus, elle gêne les travailleurs dans leurs déplacements. Il aurait été possible à partir de la consultation des plans, de proposer un autre design, par exemple éviter que la poutre dépasse du plancher.

Les plates-formes recouvrant l'ouverture de la cage d'ascenseur ou d'escalier sont parfois construites en porte-à-faux, ce qui peut empêcher l'emploi d'un échafaudage de service du fait de leur manque de solidité. L'identification sur les plans de ces situations permettraient de prendre des mesures correctives comme par exemple, la constitution d'ancrage temporaire ou de cavité créant des appuis adéquats.

- Les procédés de production du coffrage

Le choix des procédés de production de coffrage joue un rôle particulièrement important dans la planification et la coordination des tâches entre elles. Il existe sur le chantier des espaces pouvant favoriser les dysfonctionnements:

- . les zones de co-activité (les travailleurs occupés à différentes tâches travaillent dans un même espace) dont le rôle dans l'occurrence des accidents est bien connu, Leplat (1974); Monteau (1975);
- . des espaces restreints de travail empêchent l'utilisation d'équipements de travail en hauteur. Ces espaces se rencontrent, d'une part, à l'intersection entre différents types de coffrage (coffrage de dalle/de colonne, coffrage de dalle/de mur), d'autre part, entre des espaces de circulation et des espaces de travail, (l'accès à la dalle et le travail de coffrage de mur, l'évacuation des matériaux décoffrés et le travail de coffrage).

Pour résoudre en partie ces problèmes, il est possible, à partir des plans et de l'expérience de l'ingénieur, du surintendant, du contremaître du chantier, du charpentier-menuisier, de prévoir une organisation des procédés de production tenant compte de ces aspects (répartition des tâches, planification spatiale et temporelle des activités, approvisionnement et distribution des matériaux et des équipements en conséquence).

Le changement de la technique de coffrage nécessaire selon les contraintes architecturales et ses conséquences peuvent également être prises en considération à partir des plans. C'est le cas par exemple dans le chantier no 1 où l'espace restreint entre la cage d'escalier et d'ascenseur ne permet pas d'utiliser les échafaudages portants. Dans ce cas, l'utilisation d'étais métalliques change les méthodes de travail.

Les changements technologiques avec l'utilisation des coffrages-outils ne semblent pas améliorer les conditions d'exécution du travail. Bien que nous n'ayons pas fait, à ce sujet, une étude formelle, les indices relevés sur les chantiers montrent des problèmes non résolus de travail en hauteur. En particulier, lors de l'utilisation de panneaux de coffrage pour mur. Ces derniers ne sont pas toujours munis de passerelles de travail ou lorsqu'elles existent, elles sont fabriquées de façon précaire avec des feuilles de contre-plaqué usagées, et des ouvertures dans le vide. Il semble donc qu'on observe les mêmes problèmes que pour le coffrage conventionnel. Ceci peut même être accentué dans les étapes de transition entre les techniques de coffrage conventionnel et les techniques de coffrage-outil comme cela a été montré dans le chantier no 3 pour le coffrage de dalle avec des échafaudages portants.

- Le choix des équipements de travail en hauteur

Une fois les techniques et les procédés de production du coffrage établis, il est possible à partir des plans et des besoins des travailleurs, de prévoir les équipements de travail en hauteur nécessaires. En effet, ces équipements doivent être choisis à l'avance avant le début des travaux car il est plus difficile de disposer sur le chantier du temps nécessaire pour penser et construire l'équipement dont on a besoin. De plus, les matériaux adéquats pour construire l'équipement de travail en hauteur peuvent ne pas être disponibles sur le chantier. Par conséquent, il est nécessaire que le charpentier-menuisier dispose d'un choix d'équipements qu'il pourra utiliser selon ses besoins: plancher pour échafaudage portant, échafaudage de service pour coffrage de mur, échelle d'accès, échelle de travail en hauteur, tabouret, plateforme recouvrant l'ouverture sur la dalle. Les caractéristiques dimensionnelles de ces équipements doivent être choisies en fonction des dimensions architecturales, des tâches à accomplir et des caractéristiques anthropométriques des travailleurs.

D'autres équipements non requis pour le travail en hauteur peuvent également être choisis en même temps. Par exemple, les tables à scier qui sont parfois en nombre insuffisant sur le chantier ou

construites à partir de matériaux disponibles. Ces matériaux ne permettent pas une conception adaptée de la table et en augmentent le poids, la rendant plus difficile à déplacer.

- Le choix des matériaux

Le choix des matériaux se fait principalement en considération des critères techniques, ce qui peut engendrer des problèmes lors de leur manipulation. En effet, il est nécessaire de prendre en considération la facilité et le problème de manutention de ces matériaux. Ces choix se posent particulièrement pour le type d'échafaudage portant, les longerons, et parfois, les raidisseurs.

Dans le cas de l'érection d'un plancher très haut, lors du choix d'échafaudages portants, on peut être tenté d'utiliser un seul cadre afin d'atteindre la hauteur désirée plutôt que deux cadres superposés. Dans ces conditions, la compensation du manque de hauteur du cadre implique l'adoption de moyens tels que: l'utilisation de madriers superposés comme longrine, ce qui rend instable l'échafaudage lors de son montage; le réglage extrême des vis de vérins au pied de l'échafaudage et au niveau des supports de longerons qui entraîne un double problème d'accès au plan de travail. Il n'est pas sûr que l'on obtienne ainsi un gain de temps d'autant plus que le cadre d'échafaudage est plus difficile à manutentionner et comporte donc plus de danger pour le dos. Dans de telles situations, l'utilisation de deux cadres superposés peut être plus appropriée.

Cette situation est identique pour le choix de la longueur des madriers qui serviront de longerons ou de raidisseurs. Le concepteur de coffrage peut être tenté d'utiliser des matériaux plus longs, ce qui représente des charges plus lourdes à manutentionner. [Un longeron alumas de 3,6 m (12') pèse 48 livres, de 4.2 m (14') pèse 56 livres, de 4,8 m (16') pèse 64 livres]. De plus, dans un chantier visité, le manque de matériaux a entraîné l'utilisation de longerons et de raidisseurs en acier, ce qui accroît de façon considérable le poids à manutentionner.

B) La conception des équipements de travail en hauteur- Les échafaudages portants

Dans la conception des échafaudages portants présents sur le chantier visité, la fonction de structure portante est considérée dans son design. Pour améliorer les conditions d'exécution du travail, il est nécessaire que sa conception tienne compte à la fois de sa fonction de structure portante, mais également d'échafaudage de service. Les éléments de conception concernent donc le plancher et le cadre d'échafaudage.

Les matériaux ou équipements servant de plancher doivent répondre aux critères de facilité de mise en place, de solidité, de rigidité, doivent offrir une surface non glissante et recouvrir entièrement les membrures horizontales. L'étude montre que les matériaux présents sur les chantiers ne correspondent pas à l'ensemble de ces critères. Deux solutions sont possibles, soit disposer de matériaux permettant de satisfaire ces critères, soit utiliser les planchers d'échafaudage existants sur le marché et pouvant correspondre à ces critères.

L'espacement entre les membrures horizontales et principalement la hauteur de la première membrure du cadre de l'échafaudage portant doit permettre un accès plus facile. La hauteur d'espacement peut se baser sur le design des échafaudages de service et les dimensions prescrites par le Code de sécurité.

- Les échafaudages de service

Les échafaudages de service sont utiles pour le coffrage conventionnel pour murs. Il en existe une grande variété sur le marché. Il est nécessaire d'effectuer un choix correspondant aux besoins des charpentiers-menuisiers suivant la tâche à accomplir, la hauteur du mur et les contraintes d'espace. Ce type d'échafaudage doit être facile à installer, assurer une surface de travail en hauteur suffisamment large, permettre des ajustements en hauteur.

- Les échelles

Au sujet de la conception des échelles, il est nécessaire de distinguer les échelles servant d'accès à l'étage et les échelles utilisées comme surface de travail en hauteur.

La conception des échelles d'accès ne pose pas de problème, il s'agit plutôt de pouvoir en disposer en nombre suffisant, de les placer aux endroits appropriés et d'exercer une surveillance quant à leur usure. La hauteur des échelles est déterminée principalement en fonction de la hauteur des étages et selon les règles prescrites par le Code de sécurité.

Les échelles utilisées comme surface de travail en hauteur sont conçues de la même façon que les échelles d'accès. Les études traitant de la conception des échelles privilégient seulement l'activité de monter ou descendre (Bloswinck, Chaffin, 1984). Différentes normes, telle la norme américaine (ANSI, 14.4, Job made ladder, 1979) déconseille l'utilisation de l'échelle comme surface de travail. Bien qu'il y ait une préférence dans le coffrage de murs envers l'utilisation des échafaudages de service, dans certaines situations, l'échelle peut être choisie. Par conséquent, ce modèle d'échelles devraient être conçus en tenant compte qu'elle sert comme surface de travail. Les améliorations doivent porter sur la stabilité de l'échelle et le design des échelons.

La durée de travail sur l'échelle est relativement courte (quelques secondes à quelques minutes) et l'échelle est déplacée fréquemment. Il est donc difficile, voire impossible de la fixer. Dans cette situation, la stabilité de l'échelle peut être facilitée par l'amélioration des appuis et de leur adhérence ainsi que par le design plus évasé à la base de l'échelle à condition que celui-ci soit tel que l'échelle ne puisse pas être utilisée à l'envers. De plus, l'échelle doit pouvoir être utilisée sécuritairement, suivant plusieurs angles d'inclinaison.

La forme de la dimension des échelons offre une surface étroite suffisante pour monter ou descendre lorsque les pieds sont perpendiculaires aux échelons, mais insuffisante comme surface de

travail. Il est par conséquent nécessaire d'élargir les échelons comme cela existe par exemple pour les escabeaux.

Ces modifications de design ne doivent pas rendre nécessairement l'échelle plus lourde et difficile à manutentionner. Cela est possible du fait que les échelles ne sont pas élevées environ deux mètres (6,6 pieds). Elles doivent être construites en matériau favorisant son transport sans risque, mais assurant une importante rigidité de sa structure et sa solidité. Ce type d'échelle proposé ne peut se construire sur le chantier, à partir des matériaux disponibles. À notre connaissance, aucune échelle existante sur le marché ne comporte ces spécifications.

#### - Les plates-formes de travail

Les plates-formes de travail en hauteur doivent être remplacées dans la mesure du possible par l'utilisation d'échafaudages de service. Elles doivent être utilisées seulement dans les conditions d'espace restreint où aucun échafaudage de service ne peut être employé. Il est nécessaire dans cette situation, d'en concevoir le design à l'avance ainsi que les modes de support. Cela évitera au charpentier-menuisier soumis à des contraintes de temps sur le chantier, d'improviser des plates-formes avec des matériaux non conçus à cette fin.

Les plates-formes recouvrant les ouvertures sur la dalle doivent également, être construites à l'avance et identifiées comme telles de façon à informer les travailleurs de la présence d'une ouverture en-dessous.

#### 9.1.2 Le chantier

Tout ne peut pas être prévu lors de la conception du chantier. Une partie de l'activité sur le chantier consiste à faire face à des imprévus. Cependant, par rapport à la situation actuelle, une meilleure préparation du travail dès la conception des plans et devis devrait diminuer les "imprévus".

A) La sécurité du point de vue du surintendant ou du  
contremaître

Le surintendant ou le contremaître ont un rôle important à jouer dans la résolution de ces imprévus et leurs conséquences pour la sécurité. De façon plus générale, l'importance du contremaître sur la sécurité en construction a été soulignée par différents auteurs, dont Abeytunga (1978). En effet, le contremaître se situe à l'interface organisationnel entre le personnel, les matériaux, les techniques de coffrage et les tâches à accomplir. C'est lui qui traduit le plan de coffrage en action, en activité de production. Il a ainsi une grande influence sur les conditions d'exécution du travail et la sécurité par les aspects suivants:

- L'affectation du personnel: elle nécessite de connaître l'expérience et la qualité des charpentiers-menuisiers, ce qui est plus ou moins facile selon la possibilité ou non de garder le même personnel. Cette situation dépend, en partie, des contrats qu'obtient l'entrepreneur. Le nouveau personnel est évalué par le contremaître qui décide du type de tâche qu'il peut lui confier. Généralement, il donne au départ les tâches les moins complexes, mais cela n'est pas toujours possible.
- Le type d'instruction: le type d'instruction donnée au travailleur influence l'utilisation par le charpentier-menuisier de surface de travail non sécuritaire (ne pas permettre de passer du temps pour se fabriquer un accès, demander d'utiliser des feuilles de contre-plaqué usagées, etc.) ou au contraire, permettre la construction de surface de travail en hauteur adaptée.
- Le contremaître a également un rôle important dans l'approvisionnement en matériaux et équipements sur le chantier et au niveau des situations de travail. Il peut, dans ce dernier cas, éviter au charpentier-menuisier les déplacements trop importants et les manutentions de matériaux inutiles qui peuvent être effectuées par la grue.

- La coordination des tâches: la coordination des tâches entre elles est également un aspect important du travail de contre-maître. En cela, il peut être aidé notamment par la connaissance des zones possibles de dysfonctionnements mentionnées précédemment. Il doit également, dans le cas de l'approvisionnement en matériaux, planifier le travail de la grue. Cette planification n'est pas simple et fait appel à des connaissances bien spécifiques.

Le contremaître a une tâche importante et complexe à réaliser. Il devrait pouvoir se faire aider et conseiller, par exemple, par l'agent de sécurité. Celui-ci doit jouer, avec le représentant de la sécurité, un rôle plus actif en favorisant l'intégration de la sécurité à la production.

#### B) La sécurité et le travailleur

L'étude a permis de montrer que les travailleurs dans les situations étudiées adoptaient des comportements sécuritaires compte tenu des limites imposées par la situation de travail et la disponibilité des matériaux et des équipements pouvant servir de surface de travail en hauteur.

Les comportements qui peuvent apparaître comme paradoxaux sur le plan de la sécurité, comme par exemple le travail en équilibre sur un madrier plutôt que l'utilisation d'une échelle, s'expliquent par la meilleure adaptation du premier du fait de l'impossibilité d'utiliser un échafaudage de service. Ceci montre l'inefficacité d'une sécurité basée uniquement sur la protection d'un danger et non sur le travail à exécuter.

La sécurité lors de l'utilisation d'équipements inadaptés repose uniquement sur l'habileté du travailleur. C'est pourquoi lors de nos entretiens avec les travailleurs, ils se disent responsables de leur propre sécurité. On retrouve ici des éléments décrits par Dejours sous le concept d'idéologie défensive de métier.

Améliorer la sécurité signifie donc mieux adapter le travail en fournissant les équipements de travail en hauteur nécessaires, et en améliorant la coordination et la planification des tâches, de façon à permettre une meilleure intégration au mode opératoire des éléments de sécurité.

## 9.2 Les moyens d'améliorer la sécurité

De cette étude se dégage quatre axes d'intervention afin d'améliorer les conditions de travail et de sécurité: la prise en considération de l'activité de travail dès la conception des plans et devis, l'information au manufacturier sur les besoins au niveau de la conception d'équipements et des matériaux, la formation des surintendants ou des contremaîtres et la formation et l'information aux travailleurs.

### 9.2.1 La prise en considération de l'activité de travail dès la conception des plans et devis

La prise en considération de l'activité de travail dès la conception des plans et devis a pour but de résoudre les problèmes de travail qui vont se poser sur le chantier. Pour cela, il est nécessaire de considérer les compétences des différentes professions: ingénieur (connaissance technique), technicien (relation entre l'entreprise et le chantier), surintendant ou contremaître (organisation de l'activité de production à partir des plans), travailleur expérimenté (connaissance des modes opératoires), agent et représentant de la sécurité (connaissance et gestion de la sécurité).

La prise en considération de l'activité de travail dès la conception des plans et devis nécessite l'utilisation de techniques particulières. Le plan architectural et de coffrage ou même la réalisation de maquettes simples peuvent servir à matérialiser l'espace à construire et l'espace de travail afin de simuler le déroulement spatial et temporel de l'activité. Ces simulations vont aider à prendre un certain nombre de décisions concernant la planification des tâches et le choix des matériaux et des équipements.

Par la suite, l'identification des écarts et l'identification des causes entre ce qui a été prévu et le déroulement réel sur le chantier permet de recueillir des renseignements qui serviront à accroître la planification d'autres chantiers.

Ainsi, l'entrepreneur peut disposer d'un outil de gestion permettant à la fois d'améliorer la performance et les conditions de sécurité sur ses chantiers.

### 9.2.2 Les manufacturiers d'équipements

Les manufacturiers doivent connaître les besoins permettant d'améliorer et de concevoir les matériaux et les équipements de travail plus adaptés. Il a été formulé à ce sujet, un certain nombre de recommandations.

### 9.2.3 La formation des surintendants ou des contremaîtres

La formation actuelle s'effectue sur le tas. Il n'existe pas de formation plus académique. Elle nous paraît cependant importante du fait du rôle essentiel du surintendant ou du contremaître en ce qui concerne la production et la sécurité. En effet, la tâche qu'il doit réaliser est complètement différente de celle de charpentier-menuisier dont le contremaître ou le surintendant est issu. Même s'il peut développer avec l'expérience des méthodes de travail adéquates, il est avantageux d'avoir au départ une formation lui permettant d'acquérir plus facilement les connaissances de cette profession.

Cette formation doit être axée sur une vision intégrée de la sécurité et la production. Elle peut s'inspirer du document concernant l'intégration de la sécurité dans la technique de coffrage (A. Lan et col., 1987), dans lequel il est nécessaire de développer davantage des éléments particuliers au travail du contremaître.

#### 9.2.4 La formation et l'information des travailleurs

De la même façon que pour le contremaître, l'information et la formation des travailleurs à la sécurité doit être intégrée aux modes opératoires. Les charpentiers-menuisiers étant habitués à travailler avec un minimum d'équipement doivent faire le plus souvent confiance à leur habileté, afin de préserver leur sécurité. La formation peut les aider à améliorer leur propre situation de travail et de sécurité. Elle doit s'effectuer par rapport aux problèmes concrets qui se posent sur le chantier vis-à-vis tel ou tel aspect du travail à exécuter (par exemple: méthode de travail et choix d'équipements de travail en hauteur pour monter un coffrage de murs à proximité de l'ouverture d'accès à la dalle).

## CHAPITRE 10

### CONCLUSION

Un des aspects importants que révèle cette étude provient de l'existence de problèmes de sécurité reliés à l'absence ou au manque de connaissances de l'activité de travail du charpentier-menuisier. Ce phénomène n'est pas nouveau; il est bien connu des ergonomes tout au moins. Cependant, son application est loin d'être facilement réalisée. Pour cela, il est en effet nécessaire de modifier notre approche des problèmes qui favorisent le clivage entre sécurité et production. En effet, on rencontre dans la pratique de prévention, des approches qui introduisent les mêmes effets. L'une pense d'abord sécurité, elle est centrée uniquement sur le risque; l'autre, basée sur la production, ne se préoccupe qu'ensuite de la sécurité. Ces deux approches considèrent de façon très éloignées ou à la dernière minute, l'activité du travailleur. Aussi, les mesures de prévention sont-elles assez souvent difficiles à mettre en place ou impossibles à respecter. À ce sujet, cette étude montre que l'activité du travail est au centre du problème de sécurité. Elle est également un des éléments qui influencent la performance comme cela apparaît dans la figure no 1 (page 6). L'étude de l'activité permet d'évaluer les conditions de sécurité avant que l'accident ne se produise, mais également d'identifier les déterminants de cette activité et donc les éléments de prévention.

Cette prévention, à notre avis, ne peut progresser que si une meilleure intégration de la sécurité de la production s'effectue au niveau de l'activité du travail. Cette intégration concerne, notamment, les éléments suivants:

- La réglementation en sécurité: l'étude du cas des planchers d'échafaudage et des échelles montre que la réglementation ne peut considérer uniquement les aspects techniques, telle la solidité, mais également les éléments reliés à l'activité du chantier ou du travailleur (telles que, par exemple; la facilité

de mise en place, les contraintes posturales). Cette prise en considération peut se faire au niveau des règlements proprement dits ou de leur application.

- La formation ne doit pas être uniquement basée sur la connaissance du danger ou sa prévention, mais sur les meilleurs moyens de prévenir l'accident intégrés à l'activité de travail.
- La préparation des plans et devis doit prendre en compte, au plus tôt, les connaissances de l'activité de chantier et de travail. Dans la construction, l'inconvénient de la variabilité du système de production relatif au caractère temporaire du chantier peut comporter des avantages car les conditions ne sont pas aussi rigides que pour l'entreprise manufacturière.
- La conception des équipements et des matériaux par les manufacturiers ne se base pas toujours sur l'activité de travail. Une approche plus systématique à ce niveau permettrait d'offrir des équipements et des matériaux mieux adaptés comme cela se fait dans certains domaines.
- Les études physiologiques pour la conception des échelles se sont surtout basées sur l'activité de monter et descendre, ce qui constitue un aspect important mais pas unique. Il n'existe aucune étude sur la conception des échelles comme surface de travail.
- Les études sur les lombalgies ne se sont jamais intéressées, à notre connaissance, aux problèmes de soulèvement de charge ou de manipulation des charges en appui sur des surfaces étroites. Des recherches, à notre sens, devraient être menées sur ces conditions de manutention.

Ces éléments d'application permettent de mieux circonscrire le rôle de l'ergonomie et l'intérêt de l'analyse de l'activité. Cette recherche aura atteint son but si elle permet une réflexion et une meilleure approche des problèmes de sécurité, ainsi que la mise en oeuvre de solutions afin de résoudre les problèmes de surface de travail en hauteur dans les situations de travail étudiées.

## ANNEXE 1

### ° Opérations

- Monter
- Descendre
- Déplacement horizontal
- Scier
- Placer
- Recevoir
- Clouer
- Fixer
- Mesurer/Vérifier

### ° Équipements/Surfaces de travail en hauteur

- Échelle
- Échafaudage
- Escabeau
- Tabouret
- Raidisseur
- Tirant
- Acier d'armature
- Coffrage

### ° Matériaux

- Madrier
- Contre-plaqué (feuille)
- Contre-plaqué (morceau)
- Membrane horizontale
- Croisillon

### ° Postures

- Debout
- Accroupi
- À genoux
- Assis
- Dos penché (10/20 et plus)
- Dos en torsion
- Dos en extension
- 2 bras sous les épaules
- 1 bras au-dessus des épaules
- 2 bras au-dessus des épaules

### ° Appui des pieds

- Deux pieds sur la même surface
- Chaque pied sur une surface différente

### ° Hauteur sur l'échelle

- 1/3 inférieur
- Milieu
- 2/3 supérieur
- 2 derniers barreaux

## ANNEXE 2

No \_\_\_\_\_

### GRILLE DES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES MATÉRIAUX POUR L'ÉCHELLE

1- Code de l'échelle: _____	1- _____
2- Nom du chantier: _____	2- _____
3- Entreprise: _____	3- _____
4- Date: _____	4- _____
5- <u>Nature des matériaux</u> Bois <input type="checkbox"/> Métal <input type="checkbox"/>	5- _____
6- <u>Essence du bois</u>	
6.1 Montant _____	6.1 _____
6.2 Échelon _____	6.2 _____
6.3 Tasseau _____	6.3 _____
6.4 Éclisse et ligature _____	6.4 _____
7- <u>Catégorie du bois</u>	
7.1 Montant _____	7.1 _____
7.2 Échelon _____	7.2 _____
7.3 Tasseau _____	7.3 _____
7.4 Éclisse et ligature _____	7.4 _____

8- Irrégularités et usure du bois et métaux

8.1) Irrégularités non permises (ACNOR) (observables)

	Montant	Échelon	Tasseau	Éclisse et ligature
1 Flache				
2 Rou lure				
3 Insecte				
4 Pourriture				

8.1 \_\_\_\_\_

\* Selon une échelle d'évaluation qualitative.

## 8.2) Irrégularités permises (observables)

## 8.2.1- Montant

8.2.1.1 Noeuds: Présence  Absence 8.2.1.1

Emplacement: montant	Diamètre	Fréquence	Distance des contours

8.2.1.2 Poches d'oléoresine  
et grume: Présence  Absence 8.2.1.2

Emplacement: montant	Fréquence	Longueur	Largeur	Épaisseur

## 8.2.2 Échelon

8.2.2.1 Noeuds: Présence  Absence 8.2.2.1

Emplacement: montant	Diamètre	Fréquence	Distance des contours

8.2.2.2 Poches d'oléoresine  
et grume: Présence  Absence 8.2.2.2

Emplacement: montant	Fréquence	Longueur	Largeur	Épaisseur

8.3) Indices d'usure

8.3.1- Inspection visuelle de l'usure du bois

8.3.1.1 Les surfaces de bois sont-elles crevassées ou fendillées?

Non  En général  Partiellement

Préciser: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8.3.1.1

8.3.1.2 Les contours ou arêtes des montants et des échelons  
sont-ils arrondis ou ébréchés?

Non  En général  Partiellement

Préciser: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8.3.1.2

8.3.2- Inspection visuelle de l'usure du métal

8.3.2.1 Présente-t-elle des plages de rouille? Si oui,

oui  non  Croquis:  
Photo No.:

8.3.2.1

8.3.3- Inspection générale

8.3.3.1 Des parties de l'échelle sont-elles endommagées ou  
manquantes?

Montant: Croquis Expliquer: \_\_\_\_\_  
Photo No.: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8.3.3.1

Échelon: Croquis  
Photo No.:

Expliquer: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8.3.3.2 L'assemblage de l'échelle révèle-t-il des signes de  
faiblesses? Si oui,

Croquis: Expliquer: \_\_\_\_\_  
Photo No.: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8.3.3.3 L'échelle a-t-elle été réparée?

oui  non

8.3.3.3

8.3.3.4 L'échelle a-t-elle été allongée?

oui  non

8.3.3.4

9- L'échelle est-elle recouverte d'un enduit protecteur ou vernis transparent?

oui  non  Préciser: \_\_\_\_\_

9-

10- Dimensions minimales prescrites pour le bois

	Épaisseur	Largeur <input type="checkbox"/> Diamètre <input type="checkbox"/>
Montant - droit		
- gauche		
Échelon		
Tasseau		
Croquis: Échelon:		Croquis: Tasseau:

10-

11- Dimensions fonctionnelles

11.1 Largeur intérieure de l'échelle: Haut: \_\_\_\_\_

11.1

Bas: \_\_\_\_\_

11.2 Longueur de l'échelle

Longueur du montant: \_\_\_\_\_

11.2

11.3 Écartement des échelons: 1er échelon: \_\_\_\_\_

Dernier échelon: \_\_\_\_\_

Haut: \_\_\_\_\_

Milieu: \_\_\_\_\_

Bas: \_\_\_\_\_

12-Assemblage de l'échelle

12.1 Montant

12.1

1- Comportent-ils des ligatures? oui  non

1-

2- Emplacement:

	Haut	Milieu	Bas
Gauche			
Droit			

2-

3- Dimension des ligatures:1-Longueur: \_\_\_\_\_

3-1

2-Largeur: \_\_\_\_\_

3-2

3-Épaisseur: \_\_\_\_\_

3-3

4- Croquis - Photo No.:

5- Assemblage:1-Nombre de clous: \_\_\_\_\_

5-1

2-Colle: \_\_\_\_\_

5-2

3-Boullions: \_\_\_\_\_

5-3

12.2 Échelons

12.2

1- Les échelons sont-ils encastrés? oui  non

1-

1-Si oui, Profondeur de l'encastrement: \_\_\_\_\_

1-1

2-Si non, utilise-t-on des tasseaux? oui  non

1-2

Dimensions	Épaisseur	Largeur

2- Nombre de clous pour assemblage:	12.2
1) Échelons - Montant:	
1- Nombre: _____	2.1.1
2- Sorte : _____	2.1.2
2) Tasseau - Montant:	
Nombre: _____	2.2.1
Sorte : _____	2.2.2
3- Des échelons sont-ils manquants? oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>	3-
Si oui, emplacement: _____	
4- L'échelle porte-t-elle des semelles antidérapantes?	
oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> Si oui, décrire: _____	4-
_____	
12.3 Tendeur pour escabeau: oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>	12.3
13- <u>Marquage de l'échelle</u>	
L'échelle est-elle identifiée: oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>	13-
Si oui, contenu de l'identification: _____	
14- <u>Poids de l'échelle</u>	
Utilisation d'un dynamomètre pour déterminer la traction à exercer	14-

### ANNEXE 3

No: \_\_\_\_\_

#### QUESTIONNAIRE DES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES MATÉRIAUX POUR L'ÉCHAFAUDAGE

- |  |           |
|--|-----------|
| 1- Code de l'échafaudage: _____                                | 1- _____  |
| 2- Nom du chantier _____                                       | 2- _____  |
| 3- Entreprise _____  | 3- _____  |
| 4- Date _____  | 4- _____  |
| 5- 5.1 Échafaudage de service <input type="checkbox"/>         | 5- _____  |
| 5.2 Structure portante <input type="checkbox"/>                |           |
| 6- 6.1 Échafaudage en bois <input type="checkbox"/>            | 6- _____  |
| 6.2 Échafaudage en métal <input type="checkbox"/>              |           |
| 7- Pour échafaudage de service métallique                      | 7- _____  |
| 7.1 Cadre d'un échafaudage de service <input type="checkbox"/> |           |
| 7.2 Cadre d'une structure portante <input type="checkbox"/>    |           |
| 8- Type d'échafaudage  | 8- _____  |
| 8.1 Avec appuis au sol <input type="checkbox"/>                |           |
| 8.2 En porte-à-faux <input type="checkbox"/>                   |           |
| 9- Hauteur de l'échafaudage _____                              | 9- _____  |
| 10- Hauteur du plancher de travail _____                       | 10- _____ |

Rapport de recherche

IRSST - RA-019

**Échafaudage avec appui au sol**

## 11- Assises

11.1 Béton 11.2 Terre 11-

## 12- Longrines - Plaque d'appui - Coin - Cales

Noter la présence, par une croix dans la case appropriée.

		1	2	3	4
APPUI AU SOL		LONGRINE	PLAQUE D'APPUI	COIN	CaLES
AVANT-GAUCHE	A				
AVANT-DROITE	B				
DERRIÈRE-GAUCHE	C				
ARRIÈRE-DROITE	D				

12-

Description: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_13- Distance de l'échafaudage à la structure de travail  
Échafaudage en porte-à-faux.13-**Échafaudage en porte-à-faux**

## 14- Échafaudage en porte-à-faux

14.1 Longueur du point d'appui au point d'ancrage \_\_\_\_\_

14.1

14.2 Longueur de la partie en porte-à-faux \_\_\_\_\_

14.2

14.3 Présence de contreventement \_\_\_\_\_

14.3

14.4 Décrire l'appui: \_\_\_\_\_

14.4

14.5 Le bois a-t-il servi à d'autres usages \_\_\_\_\_

14.5

14.6 Photo-no \_\_\_\_\_

14.6

Échafaudage avec appui au sol ou en porte-à-faux

15- Plancher

15.1	Feuille de plywood	<input type="checkbox"/>	15.1	_____
15.1.1	Longueur	_____	15.1.1	_____
15.1.2	Largeur	_____	15.1.2	_____
15.1.3	Épaisseur	_____	15.1.3	_____
15.1.4	Supportée par des poutres		15.1.4	_____
	oui	<input type="checkbox"/>		
	non	<input type="checkbox"/>		
15.1.4.1	Si oui, Dimension: 2 x 4	<input type="checkbox"/>	15.1.4.1	_____
	ou 2 x 6	<input type="checkbox"/>		
15.1.4.2	Le plywood est-il cloué aux poutres		15.1.4.2	_____
	oui	<input type="checkbox"/>		
	non	<input type="checkbox"/>		
15.2	Madrier	<input type="checkbox"/>	15.2	_____
15.2.1	Madrier joint-il:	oui <input type="checkbox"/>	15.2.1	_____
		non <input type="checkbox"/>		
15.2.2	Est-ce qu'il y a des ouvertures entre les madriers			
	oui	<input type="checkbox"/>	15.2.2	_____
	non	<input type="checkbox"/>		
15.2.3	Longueur	_____	15.2.3	_____
15.2.4	Largeur	_____	15.2.4	_____
15.2.5	Épaisseur	_____	15.2.5	_____
15.2.6	Nombre	_____	15.2.6	_____
15.2.7	Ouvertures	_____	15.2.7	_____
15.3	Pré-fabriqués avec crochets			
	oui	<input type="checkbox"/>		
	non	<input type="checkbox"/>		
	ou autre	<input type="checkbox"/>		
	Description	_____		
	Photo-No	_____	15.3	_____
15.4	Dimensions du plancher			
15.4.1	Largeur totale	_____	15.4.1	_____
15.4.2	Longueur totale	_____	15.4.2	_____
15.4.3	Longueur hors boulin	_____	15.4.3	_____

Rapport de recherche

IR SST - RA-019

16- Quelle partie de l'échafaudage supporte le plancher:

16.1 Membrures horizontales 16.2 Boulins 16.3 Autre 

Description: \_\_\_\_\_

Photo-no: \_\_\_\_\_

16.116.216.3

17- Dispositif qui empêche le plancher de glisser ou de se déplacer

oui non 

Description: \_\_\_\_\_

Photo-no: \_\_\_\_\_

17-

18- Qualité du bois (photo-no) Plancher d'échafaudage

Plancher ou madriers			
Espèce			
Grade			
Irrégularités			
Bois neuf			
Bois usagé			
Parties endommagées			

18-

19- Marquage de l'échafaudage

19.1 Les parties métalliques sont-elles identifiées

oui  non 

19.2 Le grade du bois est-il identifié

oui  non 19.119.2

Rapport de recherche

IRSST - RA-019

20- Accès à l'échafaudage

oui  non

20- \_\_\_\_\_

Lequel? \_\_\_\_\_

Description \_\_\_\_\_

Photo-no \_\_\_\_\_

21- Échafaudage en bois

	Lisse supérieur	Lisse médiane	Plinthe	Montant	Contre ventement
<u>Garde-corps</u>					
Hauteur					
Dimension du bois					
Largeur					
<u>Qualité du bois</u>					
Espèce					
Grade					
Irrégularités					
<u>Usure</u>					
Surfaces crevassées					
Contour ou arêtes arrondies					
Parties endommagées					
Parties manquantes					
<u>Assemblage</u>					
Signes de faiblesse					
Enture					

Photo-no \_\_\_\_\_

Rapport de recherche

IRSST - RA-019

## 22- Échafaudage en métal

			Autre		Croisillon
<u>Composantes</u>					
Nombre en haut.					
Diam. du cadre					
<u>Assemblage</u>					
Nbre de raccords pour croisillons absents					
Nbre de raccords pour croisillons mals engagés					
Nbre de sections absentes					
Nbre de montants ajustables X/4					
<u>Usure</u>					
Rouille					
Sections endommagées					
<u>Poids</u>					

## ANNEXE 4

No. \_\_\_\_\_

### QUESTIONNAIRE INDIVIDUEL

1- Nom du chantier: \_\_\_\_\_

2- Entreprise: \_\_\_\_\_

3- Date: \_\_\_\_\_

4- Âge: \_\_\_\_\_

5- Expérience dans le métier: \_\_\_\_\_ ans

6- Expérience pour la compagnie: \_\_\_\_\_ ans

7- Expérience avec le surintendant: \_\_\_\_\_ ans

8- Quel travail faites-vous actuellement?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9- Avez-vous déjà eu des accidents? oui  non

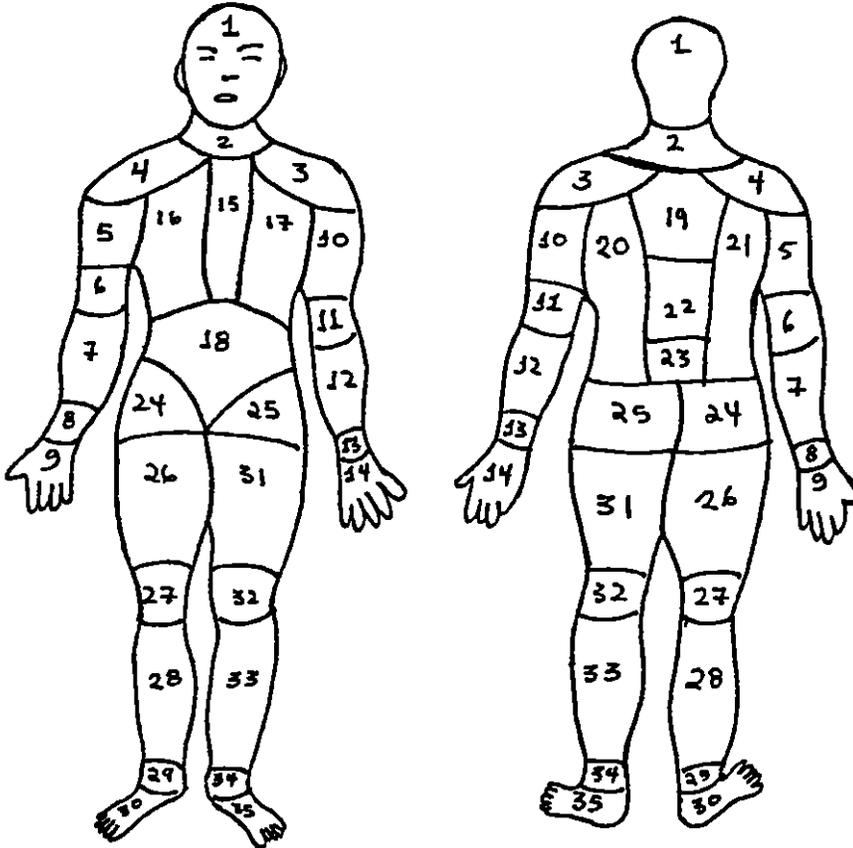
Si oui, pouvez-vous décrire le type d'accident?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10- Pendant la journée de travail ou après, est-ce que vous ressentez des douleurs?

oui  non

11- Où ressentez-vous ces douleurs?



12- Y a-t-il un moment particulier où vous ressentez cette douleur?

---

13- En connaissez-vous les causes?

---

---

## ANNEXE 5

**3.9.8. Planchers :** Les éléments qui constituent le plancher doivent être posés de façon à ne pouvoir ni basculer ni glisser. De plus, les planchers d'un échafaudage doivent:

- a) avoir une portée en rapport avec leur résistance et les charges supportées;
- b) avoir une largeur minimale libre de 480 millimètres;
- c) s'ils sont en bois, être constitués de madriers jointifs:
  - i. de qualité équivalente à celle du pin de Colombie, catégorie no. 1;
  - ii. de dimensions nominales de 50 millimètres sur 250 millimètres;
  - iii. placés de façon à couvrir toute la partie inférieure des boudins et à former une surface uniforme;
  - iv. de longueur telle qu'ils dépassent leurs supports d'au moins 150 millimètres et d'au plus 300 millimètres; s'ils sont disposés bout à bout, leurs extrémités doivent reposer sur des boudins distincts;
  - v. dont la portée ne doit pas dépasser 3 mètres; et
  - vi. dont la charge maximale permise est de:
    - A) 370 kilogrammes par mètre carré pour une portée de 1,8 mètre ou moins; ou
    - B) 250 kilogrammes par mètre carré pour une portée de plus de 1,8 mètre mais sans dépasser 3 mètres;
- d) s'ils sont métalliques:
  - i. être posés de manière à éviter des ressauts et à couvrir toute la partie inférieure des boudins;
  - ii. être ouverts de façon à éviter les glissades; et
  - iii. être entretenus pour empêcher la corrosion; et
- e) pour un échafaudage volant, constituer avec les garde-corps un tout rigide avant la suspension, par une fixation solide des garde-corps et de la plinthe aux étriers.

**Article 3.9.8 du Code de sécurité de la construction du Québec,  
relatif aux planchers d'échafaudage.**

### *3.7 RAMPES, PASSERELLES ET PLATES-FORMES PROVISOIRES*

3.7.1. Les rampes, les passerelles et les plates-formes provisoires à l'exclusion des plates-formes d'échafaudages, doivent:

- a) être conçues, construites et entretenues pour supporter sans danger les charges auxquelles elles peuvent être soumises;
- b) avoir au moins 480 millimètres de largeur;
- c) être solidement fixées;
- d) être pourvues d'entretoises qui lient leurs supports verticaux et horizontaux et en assurent la rigidité;
- e) lorsqu'elles sont à claire-voie et à plus de 1,8 mètre au-dessus du plancher ou du sol, ne pas comporter d'espace ou de trou, tel qu'une sphère de 30 millimètres puisse passer à travers; et
- f) avoir un espace libre de 2 mètres au-dessus et en-dessous à moins que le danger ne soit signalé.

Article 3.7.1 du Code de sécurité de la construction du Québec

## BIBLIOGRAPHIE

- A.C.N.O.R. *Échelles portatives*, Z11-1969, 1969, 42 p.
- A.C.N.O.R. *Échelles portatives*, supplément no 1-1976, 1977, 7 p.
- A.F.N.O.R. *Échafaudages de service à éléments préfabriqués - Définitions - Méthode d'essais*, NFP93-501, 1983, 6 p.
- A.F.N.O.R. *Échafaudages de service à éléments préfabriqués*, NFP93-502, 1983, 10 p.
- A.F.N.O.R. *Échelles portables et marchepieds - Terminologie: types*, NFE 85-002, 1982, 25 p.
- A.N.S.I. *Ladders - Portable Wood*, ANSI 14-I-1982, 64 p.
- ABEYTUNGA, K.P. *The Role of the First Line Supervisor in Construction Safety: The Potential for Training*, Birmingham, Thèse de doctorat, Université d'Aston, 1978, 433 p.
- ADLINGTON, R.S. et al. *Survey of Working Environment in Concrete Construction*, Sweden, Bughälsan, 1982, Report 1982-06-01, 36 p.
- ANDLAUER, P. et HERMANN, S. "Notes: Proposition d'application d'une méthode de recherche en vue d'une meilleure prévention des accidents du travail", *Le Travail humain*, tome 33, no 3, 1970, p. 295-300.
- ARCHER, P. "Critères de choix des échafaudages de service", *Cahiers des comités de prévention du bâtiment et des travaux publics*, no 5, Sept.-Oct., 1979, p. 254-260.

IRSST - RA-019

Rapport de recherche

- ARDOUIN, G. et DENTAN, G. "Extension de la prévention intégrée: rôle du maître de l'ouvrage et du maître d'oeuvre", *Cahiers des comités*, 5-79, p. 241-245.
- ASTRAND, IRMA. "Degree of Strain during Building Work as related to Individual Aerobic Work Capacity", *Ergonomics*, vol. 10, no 3, 1967, p. 293-303.
- BAUDOT DE NEVE, Martine. *Le phénomène accident*, Vandoeuvre, Institut National de Recherche et de Sécurité, 1975, Rapport no 511/RE, 51 p.
- BELLAGUET, J., CRUD, O. "Amélioration de la sécurité et créativité collective", *Actes du colloque à partir du chantier*, Atelier 7, 1985, 5 p.
- BERGLUND, G. "La coordination sur un chantier: facteur d'amélioration des conditions de travail", *Actes du 12<sup>e</sup> Colloque international de prévention des risques professionnels du bâtiment et des travaux publics*, vol. 1, 1985, p. 46-50.
- BERKOVITCH, I. "UK Tackles Scaffolding and Falsework Safety", - *International Construction*, Septembre, 1976, p. 74-78.
- BLOSWICK, Donald S., CHAFFIN, Don B. et al. "Ladder Climbing Biomechanics", *Proceedings of the 1984 International Conference on Occupational Ergonomics*, 1984, p. 573-577.
- BOCHE, G. "Une pédagogie pour l'enseignement de la prévention", *Cahiers des comités de prévention du bâtiment et des travaux publics*, vol. 6, 1983, p. 254 à 256, dans CHAUVIN, M. "Prise en compte de la dimension "sécurité" dans l'enseignement des métiers du bâtiment", *Actes du colloque à partir du chantier*, Atelier 7, 1985, Annexe.
- BOULARD, R., MARINACCI, L., PORTER, D. *Organisation et pratiques de prévention dans l'industrie de la construction*, Québec, Université Laval, 1981, Rapport de l'étape exploratoire, VII-116 p.

BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL. *L'amélioration des conditions de travail et du milieu de travail dans l'industrie de la construction*, Genève, Commission du bâtiment, du génie civil et des travaux publics, 1983, Rapport II, Dixième session, p. 11-40.

C.S.A. *Access Scaffolding for Construction Purposes*, S269.2-M1980, 1980, 59 p.

CAHIERS DES COMITÉS DE PRÉVENTION DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS. *Les échafaudages de services 1. Généralités*, Boulogne-Billancourt, Fiche de sécurité, no B203, 1986, 4 p.

CAMPINOS-DUBERNET, Myriam. "La 'rationalisation' du travail dans le secteur du bâtiment: des avatars du taylorisme orthodoxe ou néo-taylorisme...", *Actes du colloque international sur le taylorisme organisé par l'Université de Paris - XIII* (sous la direction de Maurice de Montmollin et Olivier Pastré), Paris, Éditions La Découverte, 1984, 361 p.

CARPENTIER, J. "Ergonomie et Sécurité", *Le Travail humain*, tome 34, no 1, 1971, p. 117-126.

CARTER, F.A. et CORLETT, E.N. *Travail posté et accidents*, Nottingham, University of Nottingham, 1981, VII-157 p.

CENTRE INTERNATIONAL D'INFORMATIONS DE SÉCURITÉ ET D'HYGIÈNE DU TRAVAIL (CIS). *Échelles*, Genève, Bureau international du travail, 1965, 71 p. (Col. Cahiers suisses de la sécurité du travail, no 69170).

CHAUVIN, M. "Prise en compte de la dimension 'Sécurité' dans l'enseignement des métiers du bâtiment", *Actes du colloque à partir du chantier*, Atelier 7, 1985, 6 p.

COCK, G. de. *"Une nouvelle approche dans la prévention des accidents"*, Librairie Universitaire de Louvain, 1969, 138 p.

COMITÉ NATIONAL D'ACTION POUR LA SÉCURITÉ ET L'HYGIÈNE DANS LA  
CONSTRUCTION. *Ergonomie et construction*, Bruxelles,  
R. Vandormael, 1984, 53 p.

COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. Direction  
générale de la prévention. *Monographie sectionnelle bâtiment  
et travaux publics*, Mars 1981, 110 p.

COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. *Choisissez  
vos outils et machines, pour exécuter un travail déterminé,  
échafaudages*, 1985, IV-174 p. (Collection Guide, série 4).

CORLETT, E.N. et GILBANK, G. "A Systemic Technique for Accident  
Analysis", *Journal of Occupational Accidents*, 2, 1978,  
p. 25-38.

CRU, Damien et DEJOURS, Christophe. "Les savoirs-faire de prudence  
dans les métiers du bâtiment", *Les cahiers médico-sociaux*,  
Vol. 27, No. 3, 1983, p. 239-247.

DARMON, M. et al. *Les facteurs potentiels d'accidents*,  
Vandoeuvre, INRS, 1975, Rapport no 200/RE, 58 p.

DELMAS, R. "Améliorations des conditions de travail de l'ouvrier  
de préfabrication lourde", *Cahiers des comités de prévention  
du bâtiment et des travaux publics*, no 3, 1976, p. 120-135.

DERRIEN, M.-F. "Une démarche ergonomique pour la prévention des  
accidents du travail", *Le Travail humain*, tome 45, no 2,  
1982, p. 317-322.

DEWAR, M.E. "Body Movements in climbing a ladder", *Ergonomics*,  
vol. 20, no 1, 1977, p. 67-86.

- DODIER, Nicolas. "La fugacité des chantiers: inspection du travail et prévention des risques professionnels dans le secteur du bâtiment et des travaux publics", *Sociologie et sociétés*, , vol. XVIII, no 2, 1986, p. 61-71.
- DOGNIAUX, Alain. "Approche quantitative et qualitative d'un problème de sécurité industrielle", *Journal of Occupational Accidents*, 1, 1978, p. 311-330.
- DREYFUSS, Henry. *9 A Human Scale Body Access*, , MIT Presse, 1981.
- DUGAS, R. *Fréquence des dérogations aux articles du code de sécurité pour les travaux de construction enregistrées au Québec entre le 1er juin 1983 et le 1er juin 1984*, Montréal, IRSST, 1985, 74 p.
- FAVERGE, J.-M. et al. *L'ergonomie des processus industriels*, Bruxelles, Editions de l'Institut de sociologie de l'Université libre de Bruxelles, 1966, 176 p. (Collection de Psychologie sociale et industrielle).
- FAVERGE, J.-M. *Psychosociologie des accidents du travail*, Paris, Presses universitaires de France, 1967, 160 p. (Collection "SUP Le Psychologue").
- FAVERGE, J.-M. "L'homme agent d'infiabilité et de fiabilité du processus industriel", *Ergonomics*, vol. 13, no 3, 1970, p. 301-327.
- FAVERGE, J.-M. "Le travail en tant qu'activité de récupération", *Bulletin de Psychologie*, tome XXXIII, no 344, 1980, p. 203-206.
- FITCH, M.J., TEMPLER, J. et CORCORAN, P. "The Dimension of Stairs", *Scientific American*, vol. 231, 1984, p. 82-90.

IRSST - RA-019

Rapport de recherche

- FOURNIER, R. "Les planches d'échafaudages", *Cahiers de notes documentaires*, no 104, 1981, p. 341-349.
- GOTTLING, H. "Le programme de formation à la sécurité intégré à la formation professionnelle aux métiers du bâtiment", *Actes du 12e colloque international de prévention des risques professionnels du bâtiment et des travaux publics*, vol. 1, 1985, p. 108-116.
- H.S.E., "Safe use of ladder, step Ladders and Trestles", *Guidance Note GS31*, Health and Safety executive, 1984, 7 p.
- HALE, A.R. et HALE, M. "A review of the industrial accident research literature", London: Her Majesty's Stationery Office, 1972, 96 p.
- HARVEY, M.D. *Theories of accident causation*, Alberta Workers Health, Safety and Compensation, 1984, 51 p.
- HARVEY, M.D. *Models for accident investigation*", Alberta Workers Health, Safety and Compensation, 1985, 32 p.
- HELANDER, Martin G. "A review of Research on human Factors and Safety in Building/Construction", *Proceedings of the 1984 International Conference on Occupational Ergonomics*, vol. 2, 1984, p. 95-104.
- HUNT, B. Danell. *Heavy Construction, Concrete and Mansonry, Non-Highway*, NIOSH, 1979, 45 p.
- INRS. *Norme de sécurité pour les échelles métalliques portables*, Traduction INRS 69B-74 de ANSI A 14.2-1972 Portable Metal Ladders, 1974, 38 p.
- INRS. *Conseils aux utilisateurs d'échelles portables*, no 552-5000 ex, 1978.

- IRVINE, C.N. et VEJVODA, M. "An Investigation of the Angle of Inclination for Setting non Self-supporting Ladders", *Professional Safety*, Juillet 1977, p. 34-49.
- JUPTNER, H. "Safety on Ladders: an Ergonomic Design Approach", *Applied Ergonomics*, Décembre 1976, p. 221-223.
- KAHN, G. et LAUTIER, F. "La sécurité des travailleurs du bâtiment: observations sur les limites actuelles de la prévention et proposition d'expérimentation", *Actes du colloque à partir du chantier*, Atelier 7, 1985, 19 p.
- KAHN G. et LAUTIER, F. "Travail et sécurité sur les chantiers du bâtiment", *Actes du colloque à partir du chantier*, Atelier 7, 1985, 15 p.
- KJELLEN, Urban, et LARSSON, J.Tore. "Investigating Accidents and Reducing Risks - A Dynamic Approach", *Journal of Occupational Accidents*, 3, 1981, p. 129-140.
- KJELLEN, Urban. "An Evaluation of Safety Information Systems at Six Medium-sized and Large Firms", *Journal of Occupational Accidents*, 3, 1982, p. 273-288.
- KJELLEN, Urban. "The Deviation Concept in Occupational Accident Control-I: Definition and classification", *Accid. Anal. & Prev.*, vol. 16, no 4, 1984, p. 289-306.
- KJELLEN, Urban. "The Deviation Concept in Occupational Accident Control-II: Data Collection and Assessment of Significance", *Accid. Anal & Prev.*, vol. 16, no 4, 1984, p. 307-323.
- KJELLEN, Urban. "The Application of an Accident Process Model to the Development and Testing of Changes in the Safety Information Systems of two Construction Firms", *Journal of Occupational Accident*, 5, 1983, p. 99-119.

IRSST - RA-019

Rapport de recherche

- KONINGSVELD, Ernest A.P. "Permissible Loads for the Dutch Construction Industry", *Ergonomics*, vol. 28, no 1, 1985, p. 359-363.
- L.T.I.C. *Timber Design Manual*, Laminated Timber Institut of Canada, 1972, p. 13.
- LAHEY, James. "Keeping Them Up in the Air Safety", *National Safety News*, 1983, p. 32-35.
- LAN, A., DURAND, P., TOULOUSE, G. et al. *Intégration de la sécurité aux techniques de coffrage du béton dans le secteur de la construction*, Montréal, IRSST, 1987, Annexe au rapport de recherche, 143 p.
- LAUFER, A. "Construction Accident Cost and Management Safety Motivation", *Journal of Occupational Accidents*, Août 1987, p. 295-315.
- LAUTIER, F. "Note sur les recherches Santé, sécurité, conditions de travail dans le bâtiment, avec quelques perspectives", *Actes du colloque à partir du chantier*, Atelier 7, 1985, 12 p.
- LECLERC, C. et SECTON, J. *La sécurité d'emploi dans l'industrie de la construction au Québec, un rêve impossible?*, Ste-Foy, Presses de l'Université Laval, 1983, XII-275 p. (Collection relations de travail).
- LEMIEUX, Michel. *L'industrie de la construction: le contexte socio-économique; les employeurs et les salariés de l'industrie de la construction et le chantier: milieu de travail de la construction*, Document de travail, O.C.Q., 1980, 69 p.
- LEOPOLD, Ellen et SIMON, Léonard. "Costs of Construction Accidents to Employers", *Journal of Occupational Accidents*, Août 1987, p. 273-294.

LEPLAT, J. "L'épreuve des hypothèses dans des situations non conçues par l'expérimentateur", *Bulletin de psychologie*, p. 25-29.

LEPLAT, Jacques et CUNY, Xavier. *Les accidents du travail*, Paris, Presses Universitaires de France, 1974, 125 p. (Collection «Que Sais-je?», no 1591).

LEPLAT, Jacques, CUNY, Xavier. *Introduction à la psychologie du travail*, Presses Universitaires de France, 1977, 240 p. (Collection "PUF le psychologue").

LEPLAT, J. "Accident Analyses and Work Analyses", *Journal of Occupational Accidents*, 1, 1978, p. 331-340.

LEPLAT, J. "Accidents and Incidents Production: Methods of Analysis", *Journal of Occupational Accidents*, 4, 1982, p. 299-310.

LEPLAT, J. "Fiabilité et sécurité", *Le Travail humain*, tome 45, no 1, 1982, p. 101-108.

LINDBLAD, A. "Questions concernant l'environnement du travail qui peuvent être prises en considération dès le stade du projet", *Actes du 12<sup>e</sup> Colloque international de prévention des risques professionnels du bâtiment et des travaux publics*, vol. 1, 1985, p. 132-137.

LORENT, P. "L'enjeu 'Ergonomie': sécurité et qualité pour les chantiers de la construction", *Congrès de la société d'ergonomie de langue française*, 1987, 17 p.

MAINGUY, Pierre. *Tentative d'explication du faible degré d'industrialisation du secteur de la construction*, Québec, Thèse de maîtres es art, École des gradués de l'Université Laval, 1981, XIV - 166 p.

IRSST - RA-019

Rapport de recherche

- MARCELIN, J. et MILLANVOYE. *Troubles de l'équilibration en rapport avec les accidents du travail*, Paris, CNAM, 1981, 71 p. (Collection de Physiologie du travail et d'ergonomie du CNAM, no 69).
- MARCHAL, Claire. *Les troubles de l'équilibre dans les professions du bâtiment*, Paris, Thèse de doctorat en médecine, Université de Paris, 1977, XV - 76 p.
- MILLANVOYE, M. et MARCELLIN, J. *Âge et équilibration*, Paris, Conservatoire National des Arts et Métiers, 1978, 117 p. (Collection physiologie du travail et d'ergonomie du C.N.A.M., no 60).
- MILLANVOYE, M., RAVALT, J. et MARCELLIN, J. *Vieillesse et maintien de l'équilibre*, Paris - Montreuil, C.N.A.M. - A.D.A.S., 36 p.
- MONTMOLLIN, Maurice de. *L'ergonomie*, Paris, Éditions La Découverte, 1986, 126 p. (Collection "Repères").
- NISKANEM, T. et SEPPÄNEN, E. *Prévention of Falling Accidents in the Building Construction*, Finland, Institute of Occupational Health, 1986, 374 p.
- NUMMI, Juhani. "Diminished Dynamic Performance Capacity of Back and Abdominal Muscles in Concrete Reinforcement Workers", *Scand. J. Work Environ. & Health*, 4, 1978, suppl. 1, p. 39-46.
- OFFICE DE LA CONSTRUCTION DU QUÉBEC. Service recherche et développement. *Revue de l'activité dans l'industrie de la construction*, Les presses de l'O.C.Q., 1982, VI - 100 p.
- OFFICE DE LA CONSTRUCTION DU QUÉBEC. Service de la recherche. *Les accidents du travail dans la construction au Québec*, 1983, IV - 256 p.

OFFICE DE LA CONSTRUCTION DU QUÉBEC. Service de la recherche et organisation. *Analyse de l'industrie de la construction au Québec 1984*, Québec, Les Presses de l'O.C.Q., 1985, 92 p.

OFFICE DE LA CONSTRUCTION DU QUÉBEC. Service de la recherche et organisation. *Analyse de l'industrie de la construction au Québec 1985*, Québec, Les publications du Québec, 1986, 95 p.

QUÉBEC. *Code de sécurité pour les travaux de construction*, s-2.1, r.6, Québec, Éditeur officiel du Québec, 1<sup>er</sup> octobre 1985, XIII - 224 p.

QUINOT, E. "Le phénomène Accident", *Le travail humain*, tome 42, no 1, 1979, p. 88-104.

SAARI, Jorma. *Disturbances in the Flow of Information and Accidents*, Institute of Occupational Health, Helsinki, p. 236-264.

SAARI, Jorma et JARI, Lahtela. *Working Conditions and Accidents - A working paper for SCRATCH - Project*, Tampere, Tampere University of Technology Department of Mechanical Engineering Labor Protection, 1978, Report 8, 24 p.

SAARI, Jorma et WICKSTRÖM, Gustav. "Load on Back in Concrete Reinforcement Work", *Scand. j. work environ. & health*, 4, 1978, suppl. 1, p. 13-19.

SAARI, Jorma. "Rapport d'introduction sur les méthodes d'analyse des risques d'accidents", Journée spécialisée: Analyse des risques d'accidents en entreprise - Méthodes et applications, Ottawa, 1983, p. 1-38.

SAARI, Jorma. "Accidents and Disturbances in the Flow of Information", *Journal of Occupational Accidents*, 6, 1984, p. 91-105.

- SIKKEL, L.P. "Prise en compte de la prévention au stade du projet de construction", *Actes du 12<sup>e</sup> Colloque international de prévention des risques professionnels du bâtiment et des travaux publics*, vol. I, 1985, p. 116-132.
- SINGLETON, W.T. "Future Trends in Accident Research in European Countries", *Journal of Occupational Accidents*, 6, 1984, p. 3-12.
- THEDENAT, J.-F. "Sécurité d'abord quand la sécurité du chantier est organisée par un maître d'oeuvre", *Cahiers des comités*, Avril 1979, p. 241-245.
- TORNAMBE, F. "Échelles: Il faut savoir assurer ses bases", *Cahiers des comités*, O.P.P.B.T.P., 1987, p. 33-34.
- TOULOUSE, G. et al. "Méthodologie ergonomique appliquée à la prévention des accidents du travail dans le coffrage industriel, actes du 12<sup>e</sup> Colloque international de prévention des risques professionnels du bâtiment et des travaux publics, vol. 12, 1985, p. 609-615.
- TRUDEL, S. et al. "Contenu en information ergonomique de déclarations d'accidents du travail - Coffrage industriel et commercial: une étude des statistiques québécoises de 1981-1982", *Actes du 18<sup>e</sup> Congrès annuel de l'Association canadienne d'Ergonomie*, vol. 12, 1985, p. 609-615.
- TRUDEL, S. et al. "La structure informationnelle de déclarations d'accidents dans le coffrage industriel", *12<sup>e</sup> Colloque international de prévention des risques professionnels du bâtiment et des travaux publics*, vol. 2, 1985, p. 601-607.
- VANDER DOELEN, J. et al. *Evaluation of Physical Work Tasks Performed by Concrete Reinforcement Workers*, Ontario, Safety Studies Service Special Studies and Services Branch Ontario Ministry of Labour, 1986, 53 p.

- VAUKEN, P. "La formation, une condition de travail peu satisfaisante?", *Actes du 12<sup>e</sup> Colloque international de prévention des risques professionnels du bâtiment et des travaux publics*, vol. 1, 1985, p. 93-101.
- WICKSTRÖM, Gustav et al. "Previous Back Syndromes and Present Back Symptoms in Concrete reinforcement Workers", *Scand. J. Work: Environ. & Health*, 4, 1978, suppl. 1, p. 20-28.
- WICKSTRÖM, Gustav et al. "Restriction and Pain during Forward Bending in Concrete Reinforcement Workers", *Scand. j. Work Environ. & Health*, 4, 1978, suppl. 1, p. 29-38.
- WICKSTRÖM, G. et al. "Back Symptoms in Concrete Reinforcement Workers", *Arh. Hig. Rada Toksikol*, 30, 1979, Suppl., p. 795-799.
- WISNIEWSKI, Jean. *L'intégration de la sécurité sur les chantiers des grandes entreprises du bâtiment*, Ministère de l'urbanisme et du logement, 1984, Étude pré-expérimentale subventionnée, no 8399, 186 p.
- WISNIEWSKI, Jean. "Peut-on parler de bilan", *Actes du colloque à partir du chantier*, Atelier 7, 1985, 3 p.
- WOODSON, E. Wesley. *Human Factors Design Handbook*, McGraw-Hill Inc., 1981, p. 309-313.
- YAHIAOUI, M.S. "Analyser les conditions de travail dans le B.T.P.: quelques problèmes méthodologiques", *Actes du colloque à partir du chantier*, Atelier 7, 1985, 5 p.