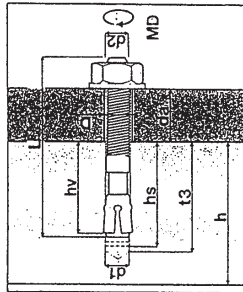


# FIXATION HAUTE PERFORMANCE A AUTO-EXPANSION

## TYPE A



## APPLICATIONS

- Charpentes et poutrelles métalliques,
- Rails d'ascenseurs,
- Portails métalliques,
- Corbeaux.

DESIGNATION	Rm min (N/mm²)	Rm (N/mm²)	A %
Coarse F 208	450-530	400-480	15-25
NFA 3503	490-790	345-420	15-7
ou S 300 Pb			
NFA 37401	650	450	15%
Corps Inox A1 ISO : 26 CNF 18-09			
Ecrou 6 ou 8			
NFE 25401 et E25400			
Ecrou Inox A2 ISO			
Rondelle E24 ou équivalent			
NFE	340-460	235	
Rondelle Inox A2 ISO			
Douille F 1271	340-490	250	30%
NFA 37501	270-370	200	
ou XE NFA 36401	540-740	540	18%
NFA 362 ISO : 26 CNF 18-09			

• Version inox

# TABLEAUX DE PRESCRIPTION DES CHEVILLES MECANIQUES

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

TYPE	Prof. d'ancrage mm	hv mm	Ep. maxi p. à fixer mm	Ø de filetage mm	Ø de support mm	Ep. mini de support mm	Ø de perçage mm	Prof. de perçage mm	Ø de perçage mm	Long. totale de cheville mm	Couple de serrage maxi		Code
											MD	inox	
SFM 6/10	25,6	35	10	5	50	45	8	41	6	45	10	06510	054000
SFM 6/20			20	15	50	55	8	41	6	55	10	05020	054010
SFM 6/50			50	45	50	85	10	48	8	85	20	05030	054020
SFM 8/10	28,3	40	10	5	60	50	10	48	8	50	20	05040	054050
SFM 8/25			25	20	60	65	10	48	8	65	20	05050	054070
SFM 8/30			30	25	60	70	10	48	8	70	20	05060	054080
SFM 8/50			50	45	60	90	10	48	8	90	20	05070	054090
SFM 8/80			80	85	60	130	10	48	8	130	20	05080	054090
SFM 10/10	36,4	50	10	5	70	60	12	60	10	60	45	05090	054120
SFM 10/25			25	20	70	75	12	60	10	75	45	05090	054130
SFM 10/45			45	40	70	95	12	60	10	95	45	05090	054140
SFM 12/10	45,4	60	10	5	80	70	15	72	12	70	65	05020	054170
SFM 12/100			40	35	80	100	15	72	12	100	65	05030	054180
SFM 12/80			80	75	80	140	15	72	12	140	65	05040	054190
SFM 12/120			120	115	80	180	15	72	12	180	65	05050	054190
SFM 12/160			160	155	80	220	15	72	12	220	65	05060	054190
SFM 16/10	54,0	75	10	5	100	90	20	91	16	90	120	05070	054210
SFM 16/45			45	40	100	125	20	91	16	125	120	05080	054220
SFM 16/85			85	90	100	175	20	91	16	175	120	05090	054230
SFM 20/20	73,8	95	20	15	120	120	20	115	20	120	180	05070	054240
SFM 20/60			60	55	120	160	20	115	20	160	180	05070	054250
SFM 20/115			115	110	120	215	20	115	20	215	180	05070	054260

## MOMENTS FLECHISSANTS

TYPE	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20
Moments flechissants acier zingué admissibles (Nm)	4,3	10,5	20,3	35,6	88,3	172,0
Moments flechissants inox admissibles (Nm)	3,8	9,4	18,7	32,8	83,4	162,5

Les moments flechissants ont été calculés en prenant un coefficient de 2 sur la résistance minimale à la traction de la tige filetée.

## UTILISATION DES COEFFICIENTS DE REDUCTION

**EXEMPLE 1**

DOONNEES: 2 SPIT FIX M 10  
E = 90 mm D1 = 50 mm D2 = 100 mm  
Béton 23 MPa  
Effort de cisaillement

**EXEMPLE 2**

DOONNEES: 4 SPIT FIX M 16  
E1 = 150 mm E2 = 230 mm D1 = 112 mm D2 = 112 mm  
Béton 23 MPa  
Effort de traction

**CALCUL:**  
LA CHEVILLE N° 2 EST LA PLUS INFLUENCEE  
F cisaillement (lim. de serv.) = 5,0 KN  
F traction (lim. de serv.) = 6,85 KN  
IE (90 mm) = 0,85  
IE1 (150 mm) = 0,86  
IE2 (230 mm) = 1  
ID1 (112 mm) = 0,95 ID2 (112 mm) = 0,95  
Fraction adm. = F cisail. (lim. de serv.) × IE × ID1 × ID2  
F fraction adm. = 5,44 KN

## CHARGES LIMITES DE SERVICE (NON PONDEREES)

TYPE	hv	hs	BETON			BETON			BETON					
			23 MPa	35 MPa	45 MPa	23 MPa	35 MPa	45 MPa	23 MPa	35 MPa	45 MPa			
SFM 6	25,6	35	1,5	6,0	1,8	7,0	2,2	8,6	1,7	6,8	2,3	9,0	2,3	9,0
SFM 8	28,3	40	2,3	9,0	2,7	10,8	3,2	12,6	2,2	8,6	3,3	13,2	3,3	13,2
SFM 10	36,4	50	3,5	13,8	4,2	16,6	4,9	19,6	4,6	18,4	5,0	20,0	5,0	20,0
SFM 12	45,4	60	5,0	20,0	6,1	24,2	7,2	28,6	6,7	26,6	8,0	32,0	7,0	28,0
SFM 16	54,0	75	6,9	27,4	8,1	32,4	9,6	38,4	10,8	43,2	13,0	52,0	9,5	38,0
SFM 20	73,8	95	9,3	37,0	12,3	49,0	14,5	57,9	16,9	67,6	23,0	92,0	14,4	57,0
SFM 20	98,8	120	12,4	49,6	16,4	65,6	19,4	77,6	27,0	108,0	37,0	145,0	27,0	108,0
SFM 20	256	35	1,3	5,2	1,8	7,0	2,2	8,6	1,3	5,2	1,8	7,0	2,0	8,0
SFM 8	28,3	40	2,0	8,0	2,7	10,8	3,2	12,6	3,6	14,4	3,6	14,4	3,6	14,4
SFM 10	36,4	50	3,1	12,4	4,2	16,6	4,9	19,6	6,0	24,0	6,0	24,0	6,0	24,0
SFM 12	45,4	60	4,4	17,4	6,0	24,0	7,2	28,6	8,8	35,2	8,8	35,2	8,8	35,2
SFM 16	54,0	75	5,8	23,2	7,6	30,2	8,7	34,8	15,5	62,0	15,5	62,0	15,5	62,0
SFM 20	73,8	95	9,3	37,0	12,3	49,0	14,5	57,9	27,0	108,0	27,0	108,0	27,0	108,0

## COEFFICIENT DE REDUCTION DE LA CHARGE LIMITE DE SERVICE

TYPE	hv	Distance E en mm	Distance D1 en mm	Distance D2 en mm					
					M 6	25,6	35	38	42
M 8	28,3	40	45	50	55	60	65	70	75
M 10	36,4	50	60	70	80	90	100	110	120
M 12	45,4	60	75	90	105	120	135	150	165
M 16	54,0	75	95	115	135	155	175	195	215
M 20	73,8	95	125	155	185	215	245	275	305
IE	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1	1

# Échafaudages

LOI 84-544 (14/05/84), DÉCRETS 92-765 À 768 (29/07/92), 93-408 (10/01/93), CHAM R 279, NF P 93-501 A - 502, NF ÉCHAFAUDAGES

## 1. PRINCIPAUX TYPES D'ÉCHAFAUDAGES

Un échafaudage est une construction provisoire en bois ou en métal servant de poste de travail en hauteur, de plate-forme de stockage, d'étalement et de moyen d'accès. Il s'agit d'une structure temporaire caractérisée par un montage et un démontage aisés et rapides, ainsi qu'un stockage et un transport faciles.

L'échafaudage de sécurité assure la protection collective contre les chutes (p. 215).

L'échafaudage d'étalement (p. 186) supporte les coffrages, et/ou les éléments préfabriqués en béton, acier, etc., avant fixation définitive, le personnel et le matériel.

L'échafaudage de service permet l'accès des travailleurs aux différents points de l'ouvrage où ils doivent intervenir, ainsi que le stockage des matériaux et outils nécessaires à cette intervention.

Un échafaudage de service peut être :  
 - fixé à la façade : reposant sur le sol (fig. 1a) ou construit en encorbellement sur des consoles (fig. 1b) ;  
 - roulant : se déplaçant sur un plan horizontal (p. 147) ;  
 - volant : se déplaçant verticalement ou horizontalement et horizontalement (p. 148).

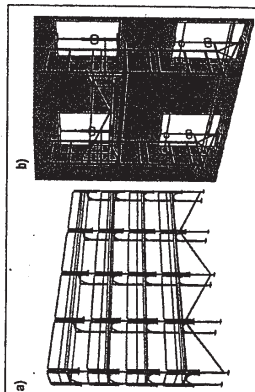


Fig. 1. Échafaudages de service.

## 2. ÉCHAFAUDAGES PRÉFABRIQUÉS FIXES (SOLIDAIRES DE LA FAÇADE)

### 2.1 Généralités


Pendant la préparation du chantier, il est indispensable d'analyser les besoins de l'utilisateur :

- A quels types de travaux va servir l'échafaudage ?
- Par combien de personnes sera-t-il utilisé ?
- Sera-t-il employé pour le stockage des matériaux ?
- Quelle est la géométrie de l'ouvrage à épouser ?
- Y a-t-il des contraintes particulières (entrées d'immeubles, de garages, ou de commerces) ?
- A quelle distance du mur doit-on placer l'échafaudage ?

- Comment se comportera le sol sur lequel s'appuie l'échafaudage (portance du sol) ?
- Comment va-t-on amarrer l'échafaudage ?
- L'échafaudage sera-t-il bâché ?
- Quelle est l'exposition au vent sur le lieu d'utilisation ?

Il faut réaliser des plans (élévation et vue en plan) du montage, même s'ils ne sont obligatoires que pour des hauteurs supérieures à 31 m.

L'entrepreneur doit utiliser des matériaux de qualité tels que ceux disposant de certificats de qualification, illustrés par la figure 2.



**CERTIFICAT DE QUALIFICATION**  
 CE CERTIFICAT GARANTIT LES QUALITÉS DE CET ÉCHAFAUDAGE  
 EN ALUMINIUM EUROPEEN NF 1000  
 LES NORMES FRANÇAISES P19501 ET P. 93502

**\* AFNOR**  
 Association Française de Normalisation  
 11800 Paris la Defense

La matière d'échafaudage  
 CPAB est revêtu de  
 l'émulsion de la marque  
 NF ÉCHAFAUDAGES,  
 fabriquée par le "GON"  
 Société Industrielle de  
 Produits Chimiques et  
 Plastiques de la région  
 Rhône-Alpes et du Centre

**erab 25**  
 GALVANISÉ À CHAUD  
 Échafaudage multiveau, multidirectionnel  
 à Clavetage Rapide Auto-Basculant

Mailles	0,70 m et 1,00 m	Travées	0,70 m et 3,00 m
<b>CHARGES ADMISSIBLES</b>			
Plancher PANACIER	classe 4	300 daN/m <sup>2</sup>	
Plancher PANATRAP	classe 3	200 daN/m <sup>2</sup>	
Amarrages	550 daN > 300 daN		
Appuis	1800 daN		
Accès	300 daN / marche - échelon		

**CODE PRODUIT**

Fixe Variable

NF 03 TJ 25 P - 03 44 A

Logo AFNOR

Numéro d'agrément

Préférence client

Type préfabriqué

Semelle de lancement

Année de lancement

Fig. 2. Exemple de certificat de qualification (doc. Entrepos échafaudages).

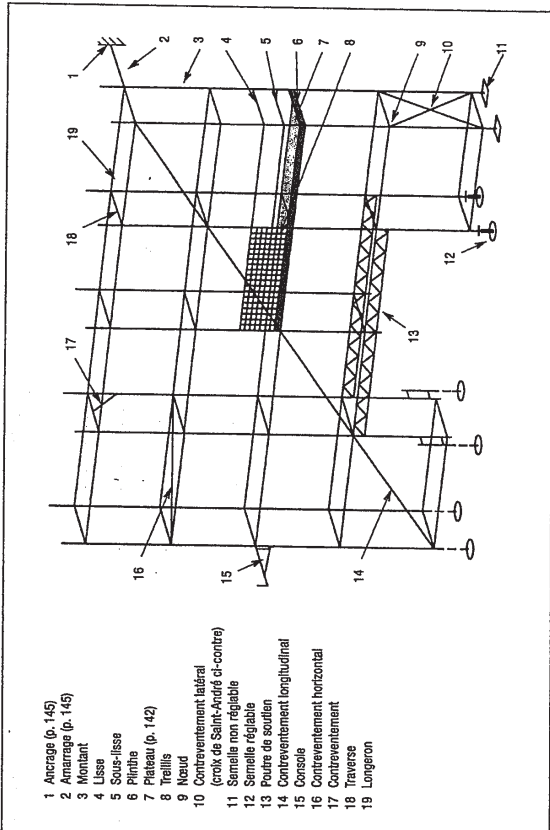
Au cours du chantier, l'échafaudage nécessite des vérifications périodiques et notamment les liaisons, les ancrages et les appuis.

**2.1.2 Protection des travailleurs contre les chutes**  
 Les échafaudages sont munis de garde-corps (fig. 3) préfabriqués ou confectionnés sur place à l'aide de tubes et de colliers. Ils doivent correspondre aux spécifications du décret du 8 janvier 1965 (art. 115) et de l'arrêté du 30 novembre 1990 :

- Côté extérieur : les planchers de travail doivent être munis, y compris aux extrémités, de deux lisses et d'une plinthe.
- Côté intérieur : trois cas sont possibles selon la distance D entre le mur de façade et le plancher de travail :  
 - à moins de 20 cm de la façade : pas de protection particulière, entre 20 et 40 cm de la façade : un garde-corps doit être placé à une hauteur comprise entre 70 et 90 cm au-dessus du plancher,

- au-delà de 40 cm : même protection que côté extérieur.
- Les autres textes, à consulter, en ce qui concerne la sécurité sont :  
 • La loi 91-1414 du 31/12/91.  
 • Les décrets 92-765 à 768 du 29/07/92.  
 • Les décrets 93-40 et 93-41 du 11/01/93.

### 2.1.3 Terminologie (NF HD 1 000) : figures 4



- 1 Ancrage (p. 145)
- 2 Amarrage (p. 145)
- 3 Montant
- 4 Lisse
- 5 Sous-lisse
- 6 Plinthe
- 7 Plinthe (p. 142)
- 8 Travers
- 9 Neud
- 10 Contreventement latéral (croix de Saint-André et contre)
- 11 Semelle non réglable
- 12 Semelle réglable
- 13 Poutre de soutien
- 14 Contreventement longitudinal
- 15 Console
- 16 Contreventement horizontal
- 17 Contreventement
- 18 Traverse
- 19 Longeron

Fig. 4. Identification des différents éléments pouvant appartenir à un échafaudage en éléments préfabriqués.

- Ancrage (1) : ensemble de pièces solitaires de l'ouvrage sur lequel s'accroche l'amarrage (p. 145).
- Amarrage (2) : dispositif reliant un échafaudage à une construction existante (p. 145).
- Arrrière : partie de l'échafaudage la plus éloignée de l'ouvrage.
- Avant : partie de l'échafaudage la plus proche de l'ouvrage.
- Boulon : traverse.
- Console (15) : élément ou ensemble d'éléments, destiné à constituer un plancher de circulation ou de stockage en porte à faux de l'échafaudage (p. 147).
- Contreventement (10, 14, 16, 17) : tubes mis en place pour limiter la déformation de l'échafaudage et reprendre les efforts horizontaux. Le contreventement, le plus souvent obtenu par triangulation, donne sa rigidité à l'échafaudage (p. 141).
- Croc de Saint-André (10) : éléments disposés en croix dans un même plan vertical de l'échafaudage, destinés à assurer le contreventement (p. 141).
- Diagonale : voir contreventement.
- Garde-corps (p. 139).
- Lisse (4), sous-lisse (5), longeron (19), traverse (18) : éléments horizontaux reliant entre eux les montants (ou poteaux) consécutifs, parallèles à la façade.
- Montant (3) : élément vertical d'un échafaudage.
- Neud (9) : point où concourent deux ou plusieurs éléments longilignes. Par extension, ce terme désigne aussi l'élément de liaison.
- Plancher (7) ou plateau : surface de travail ou de stockage.
- Plaque ou semelle (11, 12) : plaque rigide permettant de répartir la charge du poteau sur une plus grande surface d'appui (p. 145).
- Plumbé (6) : élément de protection installé en rive de plancher, appelé aussi parfois garde-pied.
- Forte-planche : support intermédiaire destiné à réduire la portée des planches.
- Poteau : montant prenant appui sur le sol.
- Poutre de soutien (13) : élément préfabriqué ou non, destiné à résister à des charges sur des longueurs supérieures à la maille.
- Semelle réglable (12) : platine de pied munie de vis et écrous permettant le réglage en hauteur des montants.
- Trame : espace entre deux niveaux.
- Yvrin : élément servant à la mise à niveau des poteaux (p. 144). On les utilise aussi en ancrage pour bloquer un tube entre les tableaux d'une fenêtre (p. 145).

Tableau 1. Poids propre d'un échafaudage.

Poids propre $kN/m^2$	0,1 (1)	0,12	0,03
Tableau 2. Charges d'exploitation (NF HD 1 000) (tableau 2)			
Contrôle et travaux avec outils légers sans stockage	1	0,75	
Travaux d'inspection et opérations qui n'impliquent pas de stockage de matériaux, sauf ceux immédiatement nécessaires (par exemple peinture, maintenance, travaux d'électricité, plâtrage)	2	1,5	
Travaux de briquetage, bétonnage, plâtrage	3	2	
Travaux de maçonnerie lourde et gros stockage de matériaux	4	3	
	5	4,5	
	6	6	

Tableau 2. Charges d'exploitation sur les planchers des échafaudages de service en éléments préfabriqués.

- Les efforts horizontaux dus au vent peuvent être calculés en utilisant les pressions obtenues à l'aide des règles Neige 96 et Vent 65 (AFNOR DTU P 06-002) ou de l'Eurocode 1.
- Ces actions sont détaillées dans le *Précis de Structures de Génie Civil*, AFNOR-Nathan.
- Cette pression s'applique sur la surface projetée de l'échafaudage et varie en fonction de la hauteur (fig. 5).

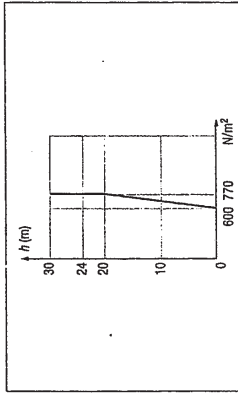


Fig. 5. Pression du vent en fonction de la hauteur au-dessus du niveau du sol.

**2.2.2 Stabilité globale d'un échafaudage**

La stabilité globale d'un échafaudage doit être vérifiée en envisageant que le vent souffle selon deux directions. On suppose que l'échafaudage est un solide indéformable au sens de la statique.

**2.2.1 Actions mécaniques sur un échafaudage**

- Poids propre (ordre de grandeur) (tableau 1)

Poids propre $kN/m^2$	0,1 (1)	0,12	0,03
-----------------------	---------	------	------

Tableau 1. Poids propre d'un échafaudage.

- Chargé d'exploitation (NF HD 1 000) (tableau 2)

• Vent perpendiculaire à la façade (fig. 6)  $F_v$   
 Cet effort  $F_v$  provoquerait un basculement de l'échafaudage s'il n'y avait pas de liaisons avec la façade. Les ancrages et les amarres seront étudiés pour reprendre ces efforts, ainsi que ceux dus aux irrégularités de montage.

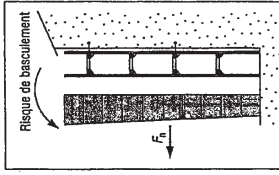


Fig. 6. Vent perpendiculaire à la façade.

- Vent parallèle à la façade (fig. 7 et 8)  $F_p$   
 Deux effets distincts sont à envisager :  
 - Un glissement possible des semelles de l'échafaudage sur le sol (fig. 7). En adoptant un coefficient de sécurité de 1,5, on arrive aux relations suivantes :  
 $F_p > 1,5 \times F_v$  avec  $F_v = 0,5 P$   
 $(0,5$  est la valeur du coefficient d'adhérence semelle sur sol).

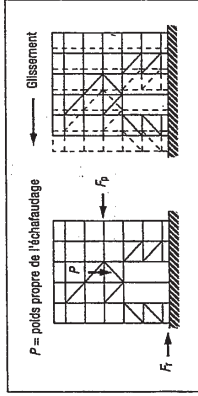


Fig. 7. Vent parallèle à la façade : glissement.

- Un risque de basculement autour du point O (fig. 8).  
 $M_t$  stabilisateur  $> 1,5 \times M_t$  de renversement  
 et  $M_t$  de renversement  $= F_p \times v$

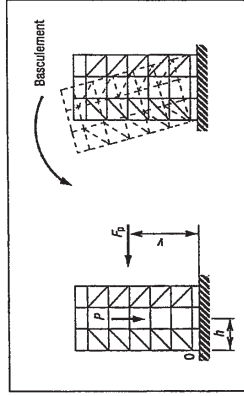


Fig. 8. Vent parallèle à la façade : basculement.

Lorsque les relations ci-dessus ne sont pas vérifiées, on doit prévoir des systèmes de blocage des socles et un haubanage, et augmenter le poids de l'échafaudage avec des tests.

**2.2.3 Répétition des efforts verticaux**

Chaque montant vertical transmet les efforts jusqu'au sol. Pour vérifier le non-flambement des poteaux et la contrainte sur les semelles, on étudie les trois cas de chargements donnés dans la norme NF P 93-502 :  
 - cas 1 : poids propre de l'échafaudage + charge d'exploitation totale sur le plancher supérieur + demi-charge d'exploitation sur le plancher immédiatement inférieur,  
 - cas 2 : idem cas 1 + effort du vent en service,  
 - cas 3 : poids propre de l'échafaudage + demi-charge d'exploitation sur le plancher supérieur + effort du vent en service.

Remarque : Les échafaudages préfabriqués, marqués NF, sont stables pour une hauteur inférieure ou égale à 30 m.

**2.2.4 Contreventement des échafaudages**

Les dispositifs de contreventement ont pour objectif de rigidifier la structure et de limiter les déformations (*Précis de Structures de Génie Civil*, AFNOR-Nathan : chapitre Distribution des charges). L'échafaudage étant une structure spatiale, on doit avoir un contreventement suivant trois plans (p. 139). Le contreventement de la façade est souvent réalisé à l'aide de tubes placés en diagonale, qui doivent converger aux neuds. Leur longueur (entre deux points de liaisons) ne doit jamais dépasser 80 fois leur diamètre (pour un tube de diamètre 48,3 mm, on prendra une longueur maximale de 3,60 m). On est alors conduit à des solutions semblables à celles décrites figure 9. Les deux travées d'extrémité sont contreventées en opposition et on limite le nombre de travées consécutives non contreventées à 3 ou 4. Les travées intérieures contreventées servent principalement à diminuer les jeux possibles de la structure.

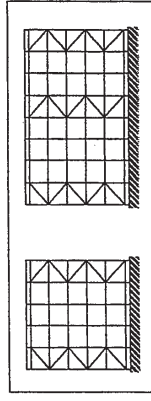


Fig. 9. Contreventement : exemples de solutions avec croix de Saint-André.

**2.3 Echafaudages en tubes et colliers**

(NF A 49-500, 502 & 580)  
 Ils sont constitués de tubes en aciers, de nuance Fe E 235, assemblés entre eux par des pièces de liaisons (colliers ou raccords).

- Les tubes utilisés sont de section circulaire et d'une masse maximale de 25 kg. Ils sont soudés par rapprochement ( $\varnothing$  48,3 mm, épaisseur 3,2 ou 4 mm pour les plus courants) et protégés de la corrosion par peinture, galvanisation ou encore par électro-zincage.



On peut prolonger les tubes grâce à un goujon (fig. 10) :  
 - seul, si l'effort transmis est uniquement en compression,  
 - avec un collier supplémentaire, s'il y a possibilité de traction.

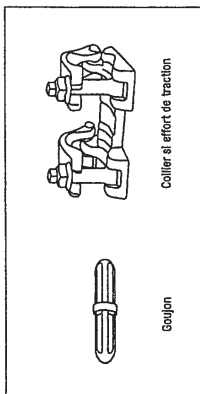


Fig. 10. Système de prolongement des tubes.

- Les colliers ou raccords :  
 - à boulons (2 ou 4 boulons) en acier moulé ou forgé (fig. 11),

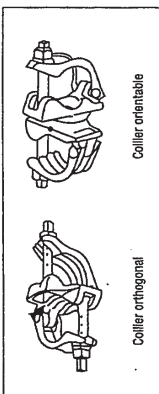


Fig. 11. Colliers à boulons.

- ou bien encore à clavettes imperdables (fig. 12).

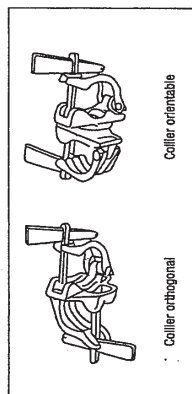


Fig. 12. Colliers à clavettes.

Le serrage doit assurer le non-glisement des tubes et ne doit pas introduire de déformations des éléments.

Remarque : Pour les colliers à boulons, le couple de serrage est de l'ordre de 40 à 70 m.N. Une clé dynamométrique doit être conservée en permanence sur le chantier pour effectuer et/ou contrôler le serrage.

- Les planchers de travail (fig. 13) sont le plus souvent en planches séparées (épaisseur 40 mm minimum, parfois 50). Ils sont édités de façon à supporter les charges d'exploitation de l'échafaudage (le minimum étant de 1,8 kN/m<sup>2</sup> uniformément répartie et 0,9 kN de charge concentrée). La contrainte normale maximale en flexion des planches peut être prise égale à 7,5 MPa.

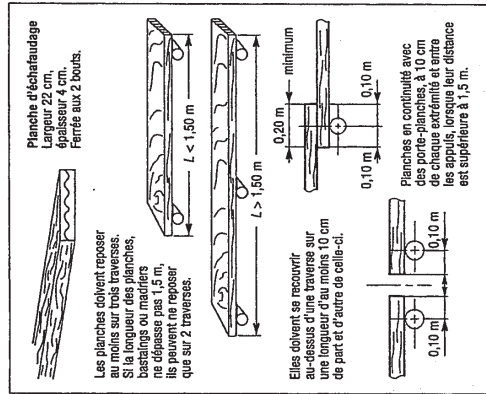


Fig. 13. Planchers de travail.

#### 2.4 Échafaudages à cadres préfabriqués (fig. 14)

On utilise des éléments préfabriqués bidimensionnels appelés cadres.

Ils sont constitués de tubes, en acier ou aluminium (Ø 48,3 mm épaisseur 3,2 ou 4 mm), soudés entre eux en usine.

Les cadres remplacent les montants et les traverses et contribuent au contreventement.

Ils sont prévus pour recevoir des planchers complets, des garde-corps préfabriqués et des éléments assurant le contreventement. Ils s'emboîtent les uns dans les autres et sont retenus par des clavettes ou groupilles.

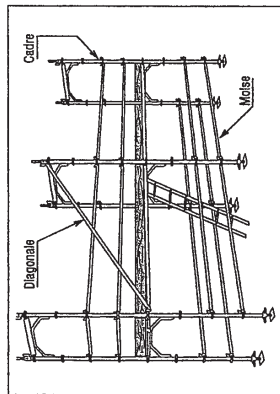


Fig. 14. Vue générale d'un échafaudage à cadres préfabriqués.

Les fabricants proposent des systèmes complets permettant de nombreuses possibilités.  
 Remarque : Pour des problèmes de compatibilité, on évite d'utiliser des éléments de fabrications différentes.

Les systèmes comprennent ainsi :  
 - des cadres et des consoles permettant d'augmenter la surface de plancher et/ou de s'adapter aux saillies et retrais de la façade (fig. 15) ;

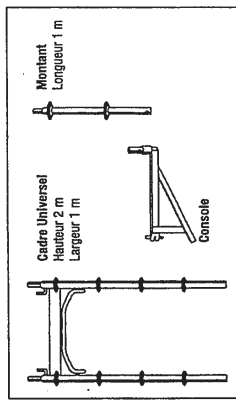


Fig. 15. Cadre, console et montant.

- des garde-corps (participant ou non au contreventement) réalisés à l'aide de croisées (fig. 16) ;

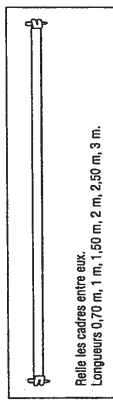


Fig. 16. Meuse.

- des planchers, avec ou sans plinthe (fig. 17) : les planchers (fig. 17) sont le plus souvent constitués de plateaux préfabriqués adaptés dimensionnellement, ils peuvent participer au contreventement de l'échafaudage dans le plan horizontal.

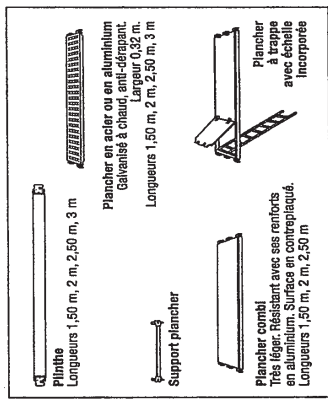


Fig. 17. Plancher d'échafaudage à cadres préfabriqués.

- des systèmes d'appuis réglables, divers éléments de contreventement (plan vertical), des éléments de liaison avec la façade (fig. 18) ;

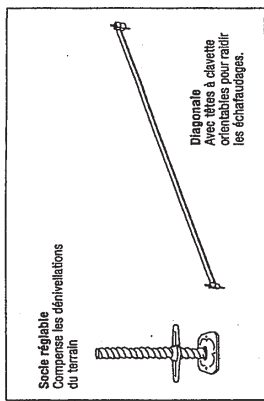


Fig. 18. Socle réglable et diagonale de contreventement.

- des poutres de franchissement d'obstacles (fig. 19) ;

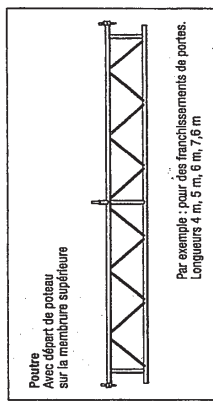


Fig. 19. Poutre de franchissement.

Nota : Certains types d'échafaudages à cadres préfabriqués sont conçus pour être montés en toute sécurité. Dans ce cas, le monteur peut placer un garde-corps déplaçable, ou intégré à la structure à partir de l'étage inférieur avant de monter le plancher du niveau supérieur.

Dans les autres cas, le personnel chargé du montage doit être équipé d'un Équipement de Protection Individuelle (EPI : page 21.) type harnais, ou dispositif antichute à enrouleur, à fixer en partie haute de la construction.

#### 2.5 Échafaudage à éléments modulaires ou linéaires (échafaudage universel)

Cette dernière génération d'échafaudages associe la souplesse des systèmes à tubes et colliers et la facilité de mise en œuvre des échafaudages à cadres préfabriqués.

Le système utilise des tubes en acier galvanisé ou en aluminium (diamètre 48,3 mm ; épaisseur 3,2 ou 4 mm).

Ce système polyvalent peut s'adapter à de nombreuses situations grâce à l'utilisation de quatre éléments de base.

- Élément 1 : les montants verticaux (fig. 20), superposables par emboîtement, comportent des attaches soudées à distance fixe.