

LEVAGE DES STRUCTURES EN BOIS LAMELLE



FINANCEMENT



comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois

AUTEUR



Eric SAUVIGNET

COMITE DE PILOTAGE

Nous remercions les membres du Comité de Pilotage qui ont su orienter au mieux la rédaction du présent guide pour qu'elle corresponde aux attentes réelles des concepteurs et réalisateurs de structures bois.

Clément QUINEAU
Gilles MARMORET
Rodolphe MAUFRONT

SNBL / UICB
CAPEB UNA CMA
UMB FFB

GROUPE CONSULTATIF D'EXPERTS

Nous remercions les experts du Groupe Consultatif pour leurs apports à ce guide, tant scientifiques et techniques que pratiques, sans lesquels il ne serait certainement pas aussi juste et complet.

Paul ADOLF	MATHIS
Frédéric BRANCHI	HENKEL
Julien BRASSY	FCBA
David CRASNIER	BRIAND CONSTRUCTION BOIS
Sylvain DURAND	DESCHAMPS
Arnaud FENESTRE	FCB CHARPENTE
Jimmy GRONDIN	BELLIARD
Jean-Michel GUELLIER	CMBP
Franck GUERICOLAS	VOSGES LAM
Julien LE GUYADER	EMG
Denis HODOUL	MARGUERON
Thibault MANDALLAZ	WURTH
Agathe MANSARD	SACBA
Jean-Nicolas MOREIGNE	SIMPSON STRONG TIE
Yann NEVEU	GOUBIE
Damien POLLET	BRIAND CONSTRUCTION BOIS
Jean-Marc PROVOT	ARBONIS

PREAMBULE

Le levage des structures est une phase essentielle dans la construction bois. Outre un gain de temps, sa maîtrise permet aussi d'anticiper les aléas de chantiers et d'effectuer un travail en toute sécurité.

C'est dans ce cadre que le CODIFAB (COMité professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois), à la demande du SNBL (Syndicat National du Bois Lamellé), a confié à BE2S le soin de réaliser un guide de bonnes pratiques pour le levage des structures en Bois Lamellé.

Ce guide a pour objectifs :

- l'identification des bonnes pratiques
- le respect des normes en vigueur

Il traite notamment des aspects suivants :

- ✓ Transport
- ✓ Stockage sur chantier
- ✓ Protections provisoires
- ✓ Tolérances du gros œuvre
- ✓ Tolérances de mise en œuvre
- ✓ Moyens de levage
- ✓ Stabilités provisoires



GLOSSAIRE

ABRÉVIATIONS

CODIFAB	Comité professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois
ATec	Avis Technique
ATEX	Appréciation Technique Expérimentale
BET	Bureau d'Etudes Techniques
BL	Bois Lamellé ou Bois Lamellé collé
CACES	Certificat d'Aptitude à la Conduite En Sécurité
CAPEB	Confédération des Artisans et Petites Entreprises du Bâtiment
CMU	Charge Maximale Utile (ou d'Utilisation)
CNAMTS	Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés
DICT	Déclaration d'Intension de Commencement de Travaux
DOE	Dossier des Ouvrages Exécutés
DTU	Document Technique Unifié
DUERP	Document Unique d'Evaluation des Risques Professionnels
ELS	Etat Limite de Service
ELU	Etat Limite Ultime
EPI	Equipement de Protection Individuelle
FFB	Fédération Française du Bâtiment
GMA	Grue à tour à Montage Automatisé
GME	Grue à tour à Montage par Eléments
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
IRIS-ST	Institut de Recherche et d'Innovation sur la Santé et la Sécurité au Travail
NF	Norme Française
OCIL	Ouvrage Complémentaire d'Interface Localisé
OPPBTP	Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics
PAQ	Plan d'Assurance Qualité
PEMP	Plate-forme Elévatrice Mobile de Personnels
SNBL	Syndicat National du Bois Lamellé (fait partie de l'UICB)
UICB	Union des Industriels et Constructeurs Bois
UMB	Union des Métiers du Bois (fait partie de la FFB)
UNA CMA	Union Nationale Charpente Menuiserie Agencement (fait partie de la CAPEB)

UNITÉS

kg	Kilogramme
N	Newton
daN	Décanewton (1 daN= 10N)
Mpa	MégaPascal (1Mpa=1N/mm ²)
m	Mètre
mm	Millimètre
cm	Centimètre
°	Degré
%	Pour cent

SOMMAIRE

1.	METHODOLOGIE	7
1.1.	POSTES DE TRAVAIL	8
1.2.	PRINCIPES	8
1.3.	SENS DE LEVAGE	9
1.4.	ORGANISATION	9
2.	CONFORMITE DES PRODUITS	11
2.1.	CONFORMITE AUX NORMES PRODUIT	12
2.2.	CONFORMITE A LA CLASSE D'EMPLOI	14
3.	TRANSPORT	15
3.1.	TRANSPORT EXCEPTIONNEL	17
3.2.	ARRIMAGE DES MARCHANDISES SUR LES VEHICULES	19
4.	SUPPORT	23
4.1.	TOLERANCES GEOMETRIQUES DES OUVRAGES EN BETON ARME	24
4.2.	TOLERANCES GEOMETRIQUES DES OUVRAGES EN MACONNERIE	27
4.3.	DUREE DE SECHAGE DU BETON	28
5.	TOLERANCES	29
5.1.	TOLERANCES GEOMETRIQUES DE MISE EN OEUVRE	30
5.2.	TOLERANCES D'HUMIDITE DES BOIS	31
6.	PREPARATION	33
6.1.	ACCES CHANTIER	34
6.2.	STOCKAGE	34
6.3.	AIRE DE LEVAGE	35
6.4.	CONDITIONS CLIMATIQUES	36
6.5.	DOCUMENTS	36
7.	EQUIPEMENTS	38
7.1.	PROTECTIONS	39
7.2.	HYGIENE	40
7.3.	MOYENS DE LEVAGE	40
7.4.	PLATEFORMES DE TRAVAIL	43
7.5.	ELINGAGES	44
7.6.	MOYENS DE MANUTENTION	47
8.	STABILISATION	48
8.1.	CONTREVENTEMENTS PROVISOIRES	49
8.2.	APPUIS PROVISOIRES	50

9.	REGLAGES	54
9.1.	REGLAGE EN POSITION	55
9.2.	REGLAGE EN ELEVATION	55
9.3.	REGLAGE EN APLOMB	56

10.	ANNEXES	57
-----	---------	----

ANNEXE A: CONTROLES PERIODIQUES DU MATERIEL

ANNEXE B: FORMATIONS SPECIFIQUES AU LEVAGE

REFERENCES

METHODOLOGIE

1.1. POSTES DE TRAVAIL

Le levage doit être supervisé par **un conducteur de travaux** qui suit le chantier depuis l'ouverture du chantier jusqu'à la réception des travaux. Il doit être capable de préparer son intervention, d'anticiper les risques de retard de ses travaux, de ceux des autres corps d'état et de proposer des solutions. Il doit faire le lien entre la maîtrise d'œuvre, les autres entreprises du chantier, le bureau d'étude, les fabricants et ses équipes de levage. Il doit organiser ses travaux, ses livraisons de matériaux et d'engins de chantier. Il doit définir les moyens de levages appropriés. Il doit parfaitement maîtriser les règles de l'art de mise en œuvre des structures en BL, notamment les NF DTU 31-1 et NF DTU 31-2. Il doit connaître le processus de construction d'un bâtiment, notamment jusqu'au « clôt et couvert » et les contraintes associées. Il doit veiller à ce que ses équipes de levage travaillent en sécurité.

EQUIPE DE LEVAGE

Une équipe de levage d'une structure en BL est généralement constituée de 3 à 4 personnes (au minimum 2 personnes) :

- **Un chef d'équipe :**
Il doit être capable d'organiser le travail en équipe, avoir une parfaite maîtrise du levage des structures en bois lamellé et savoir utiliser les instructions des documents de chantier, notamment les plans de montage. Il doit parfaitement connaître et maîtriser le travail en hauteur en sécurité, et notamment l'utilisation des nacelles (PEMP). Il doit rendre compte de l'avancement du levage et des problèmes rencontrés au conducteur de travaux.
- **Un (ou deux) levageur(s) :**
Il doit avoir une maîtrise du levage des structures en bois lamellé. Il doit parfaitement connaître et maîtriser le travail en hauteur en sécurité, et notamment l'utilisation des nacelles (PEMP).
- **Un grutier** (souvent le grutier est inclus avec la location de la grue) :
Il doit avoir des connaissances de levage des structures, notamment au niveau de l'élingage des éléments de charpente BL. Il doit parfaitement connaître et maîtriser sa grue pour le levage des charges en sécurité. Le grutier peut cumuler les fonctions de chef d'équipe ou de levageur.

1.2. PRINCIPES

Il convient de :

- **Vérifier les supports de la structure en géométrie et en position** avant le levage des éléments pour permettre, en cas de non-conformité, leurs modifications plus aisées par le lot concerné. Les critères d'acceptation sont les tolérances des DTU des supports concernés sauf dispositions contraires dans les documents particuliers du marché (§5.1 du NF DTU 31.1 P1).
- **Privilégier le travail au sol** pour limiter les interventions en hauteur et l'utilisation de la grue :
 - Equiper les arbalétriers de toutes leurs ferrures au sol (voire en atelier si possible).
 - Assembler les arbalétriers et les poteaux au sol pour former des portiques complets.
 - Assembler les fermes latines, les poutres treillis, les poutres tridimensionnelles, les carrés de sablières au sol (voire en atelier si possible).

- **Orienter les éléments au sol** (position et direction) le plus proche possible de la position finale pour ne pas avoir à déplacer la grue et pour limiter les mouvements en l'air.
- **Positionner le système d'élingage** de façon équilibrée par rapport au centre de gravité de la charge en permettant son orientation dans le plan vertical le plus proche de sa position finale. Par exemple, pour les portiques, la position de l'élingage permettra son orientation à la verticale.
- **Privilégier en l'air des mouvements de translation**, car l'orientation dans le plan horizontal et la maîtrise des efforts d'inertie en rotation se fait uniquement manuellement à l'aide d'élingues du sol.
- **Régler (ou dégrossir le réglage à l'avancement) et bloquer l'élément dans sa position finale** avant de détendre et de détacher les élingues de la nacelle. Cela signifie que les assemblages doivent être finalisés et l'élément contreventé de façon provisoire ou définitive.
- **Vérifier le réglage de l'ensemble de la structure en fin de levage** et finaliser le réglage si nécessaire.

1.3. SENS DE LEVAGE

- **Tracer l'implantation de la structure principale sur les supports, vérifier les niveaux** et si nécessaire mettre en place les calages complémentaires (OCIL) prévus en conception pour atteindre les tolérances de mise en œuvre attendues de l'ouvrage de charpente.
- **Réaliser le levage, de préférence, de l'intérieur du futur bâtiment**, pour travailler sur une plateforme stabilisée par nature et optimiser la capacité des engins de levage et des nacelles.

Note : Dans quelques cas particuliers (piscine, structures sur plancher béton ou vide sanitaire), le grutage est fait obligatoirement de l'extérieur de l'emprise du bâtiment.

- **Commencer le levage du bâtiment, si possible, par une des travées de contreventement** pour limiter l'utilisation des contreventements provisoires (voir chapitre 8).
- **Finir le levage du bâtiment, si possible, du côté présentant assez de recul** pour l'utilisation des engins de levage.

1.4. ORGANISATION

- **Stocker les éléments en fonction du sens de levage** pour éviter les dépilements inutiles.
- **Stocker les éléments à porter de la grue** pour éviter les déplacements inutiles.
- **Changer de zone de levage** (déplacement de la grue) uniquement lorsque tous les éléments à lever sont mis en place.

TYPES DE LEVAGE



Photo 1 : Levage de panne



Photo 2: Levage de portique



Photo 3 : Levage d'arcs à 3 articulations.

CONFORMITE DES PRODUITS

Les caractéristiques des produits de construction doivent être contrôlées en qualité, en quantité et en dimensions avant la mise en œuvre. On veillera notamment à la conformité aux normes produits et aux classes d'emploi. Pour cela, les marquages CE et certifications volontaires permettent un contrôle rapide de la conformité.

2.1. CONFORMITE AUX NORMES PRODUIT

MARQUAGE CE

Le marquage CE et la Déclaration de Performance (DoP) permettent de garantir la fabrication du Bois Lamellé conformément à la norme harmonisée NF EN 14080 (Aout 2013) et que le produit a subi les contrôles de fabrication internes et externes d'un système d'attestation de conformité requis (niveau 1 pour le BL)

Le Niveau d'Evaluation et de Vérification de la Constance des Performances (EVCP): système 1 (📖 annexe III-2 de la directive 89/106/CEE : produit de construction) a été abrogé par la RPC (📖 annexe V du règlement (UE) 305/2011: régulation des produits de construction)

Tableau 1 - Système d'Evaluation et de Vérification de la Constance des Performances (EVCP)

Tâche à effectuer	Système d'EVCP				
	Certificatif			Déclaratif	
	1+	1	2+	3	4
Contrôle de la Production en Usine (CPU)	Fabricant	Fabricant	Fabricant	Fabricant	Fabricant
Evaluation initiale des performances du produit selon essais, calculs, valeurs tabulées ou document (y compris échantillonnage)	Organisme Notifié	Organisme Notifié	Fabricant	Organisme Notifié	Fabricant
Essais périodiques internes sur des échantillons conformément au plan d'essais prescrit	Fabricant	Fabricant	Fabricant	-	-
Inspection initiale de l'établissement de fabrication et du CPU	Organisme Notifié	Organisme Notifié	Organisme Notifié	-	-
Inspection périodique et appréciation permanente du CPU	Organisme Notifié	Organisme Notifié	Organisme Notifié	-	-
Essais périodiques par sondage sur échantillons prélevés par Organisme Notifié	Organisme Notifié	-	-	-	-

EXEMPLE DE MARQUAGE CE

 4321	<i>Symbole du marquage CE spécifié dans la Directive 93/68/CEE</i> <i>Numéro d'identification de l'organisme de certification notifié</i>
Société Untel 13 4321-DPC-00234	<i>Nom ou marque d'identification du fabricant</i> <i>NOTE : L'adresse déclarée du fabricant peut également être ajoutée.</i> <i>Deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage</i> <i>Numéro du certificat de conformité CE</i>
EN 14080:2013 Bois lamellé-collé	<i>Numéro de la Norme européenne et année de sa publication</i> <i>Description du produit</i>
GL 24h PUR- Type I-B	<i>Performances relatives à certaines des caractéristiques mandatées</i>

Note : Selon l'article 5 a) du règlement UE 305/2011 « produits de construction », les fabricants qui sont aussi responsables de l'incorporation de leur produit dans l'ouvrage de construction dans le respect des règles nationales applicables et sous la responsabilité des personnes chargées de l'exécution en toute sécurité de l'ouvrage de construction et désignées par les règles nationales applicables, peuvent « théoriquement » déroger à l'article 4 (marquage CE et Dop). Toutefois, le bois lamellé-collé doit être conforme à la norme produit NF EN 14080 et notamment avoir le niveau de contrôle interne et externe requis.

CERTIFICATIONS ET LABELS

Les certifications et labels complémentaires sont une démarche volontaire des fabricants (non obligatoires). Ils permettent de compléter le marquage CE du BL sur des domaines particuliers non couvert :

- Critères environnementaux
- Classe d'emploi
- Traitement anti-termite
- Recollage
- Taillage
- Traçabilité renforcée
- Contrôle externe renforcé (essais périodiques sur prélèvement d'échantillon par un laboratoire extérieur)
-

La liste des certifications et labels existants pour la construction bois est disponible sur le site « catalogue construction bois » sur la fiche : « **Démarches Volontaires : Certifications et labels évalués par tierce(s) partie(s)** ».

2.2. CONFORMITE A LA CLASSE D'EMPLOI

Lorsque la classe d'emploi n'est pas spécifiée sur le marquage CE (donc cette performance n'est pas évaluée par le fabricant du BL), il convient de demander au fournisseur une attestation de traitement dans le cas d'une durabilité conférée, conforme à la NF B 50-105-3, ou la classe de durabilité du bois dans le cas d'une durabilité naturelle.

Note : Le douglas et le mélèze purgés d'aubier sans traitement sont résistants aux insectes à larves xylophages (capricornes, vrillettes, etc...) **hors termites**, classe d'emploi 1, selon la NF EN 350. Ils sont résistants en classe d'emploi 2 (durée supérieure à 100 ans), en classe d'emploi 3.1 (ou 3a), (entre 50 et 100 ans) et en classe d'emploi 3.2 (ou 3b) (entre 10 et 50 ans) selon le FD P20-651.

SELON LA NF DTU 31-1 §5.12

Le dossier d'exécution doit comporter les indications suivantes :

- Dans le cas d'utilisation de bois avec une durabilité conférée, la nature et le mode d'application du produit de préservation selon les NF EN 351-1, NF EN 350, NF EN 599-1+A1 et une attestation de traitement conforme à la NF B 50-105-3 en fonction de la classe d'emploi définie selon la NF EN 355.
- Dans le cas d'utilisation de bois avec une durabilité naturelle, la classe de durabilité du bois selon les NF EN 350 et NF EN 460 en fonction de la classe d'emploi définie selon la NF EN 335.

SELON LA REGLEMENTATION

L'article R112-4 du code de la construction et de l'habitation indique que le constructeur du bâtiment (ou le charpentier) doit fournir au maître d'ouvrage, au plus tard à la réception des travaux, une notice technique indiquant les dispositifs et/ou les protections des bois ou matériaux dérivés participant à la solidité des structures contre les termites (dans les zones délimitées par un arrêté préfectoral) et les autres insectes xylophages (dans tous les départements). Les modèles de notice technique (France métropolitaine ou département d'outre mer), avec « attestation de traitement » pour la durabilité conférée, sont indiqués dans l'annexe I et II de l'arrêté du 27 juin 2006 modifié.

EXEMPLE D'ATTESTATION DE TRAITEMENT

Selon la NF B50-105-3 octobre 2014

Classe d'emploi selon NF EN 335	1	2	3		4	5
			3.1	3.2		
Traitement conféré	☐	☐	☐	☐	☐	☐

France métropolitaine	☐	France métropolitaine et DOM :	☐
Traitement anti-termites	☐	Traitement anti-bleu en service :	☐

Nom du client :	Cachet de la station de traitement
N° et date de la facture :	
Références du lot :	
Essences de bois :	
Procédé de traitement :	
Produit utilisé :	

Fabricant :

TRANSPORT

Le transport des éléments en BL se définit essentiellement par la longueur des pièces à transporter et quelquefois par le gabarit en hauteur et en largeur pour les pièces courbes. Les éléments droits jusqu'à 13,50m de longueur, par charges de 20 tonnes se transportent aisément (transports routiers normaux) sur des semi-remorques de type plateau ou de type tautliner.

Note : Il convient d'éviter les sur-contraintes sur les éléments BL pendant le transport (NF EN 1955-1-1 §10.6).

LE BON DE TRANSPORT OU LETTRE DE VOITURE

L'arrêté du 9 novembre 1999 (modifié) définit les documents relatifs aux marchandises transportées devant se trouver à bord du véhicule en cas de contrôle routier. Pour les transports de marchandises effectués par l'entreprise pour son propre compte, §2 définit « **le bon de transport** ». Pour les transports de marchandises effectués par une entreprise de transport, §4 définit « **la lettre de voiture** »

Ils doivent mentionner au minimum :

- **Date de création du document**
- **Nom et adresse de l'entreprise qui effectue le transport, avec son numéro SIREN ou son numéro d'identification intracommunautaire ;**
- **Date de l'expédition ou de l'enlèvement ;**
- **Nature et quantité ou poids ou volume de la marchandise ;**
- **Date de l'expédition ou de l'enlèvement ;**
- **Nom et adresse de l'expéditeur;**
- **Adresse du lieu de chargement ;**
- **Nom et adresse du destinataire;**
- **Adresse du lieu de déchargement.**

RESPONSABILITE DU TRANSPORT

Les responsabilités du transport de marchandises sont définies dans le code des transports par le décret du 17 novembre 2016 et le code du commerce. Le transporteur doit, dans tous les cas, conduire les opérations de transport dans le respect strict des diverses réglementations. Le transporteur a une obligation de résultat dès lors qu'il prend en charge la marchandise. Ses responsabilités sont exonérées en cas :

- **De force majeure** (code du commerce §L133-1) : événement extérieur imprévisible pour le transporteur.
Note : le vol n'est pas considéré comme imprévisible.
- **De vice propre de la marchandise** (code du commerce §L133-1) : apparition de fente de séchage sur le BL lors du transport, ...
- **De faute ou omission de l'expéditeur ou du destinataire** (code des transports): emballage et/ou marquage insuffisant, mauvais arrimage lorsqu'il incombe à l'expéditeur, avarie lors du déchargement lorsqu'il incombe au destinataire,
- **De retard ou refus de délivrance des autorisations administratives de transports** si cela est indépendant de toute faute ou omission du transporteur (code des transports).

3.1. TRANSPORT EXCEPTIONNEL

Pour les pièces indivisibles de grande longueur (>13,50m), le code de la route définit des obligations en fonction du gabarit et du poids du convoi à faire circuler.

Tableau 2 - Caractéristiques des transports

Type de transport		Transport Normal Véhicule articulé	Transport exceptionnel (1)		
			1 ^{er} Catégorie	2 ^{ème} Catégorie	3 ^{ème} Catégorie
Caractéristique du convoi	Longueur L	$L \leq 16,50\text{m}$ (R312.11)	$L \leq 20,00\text{m}$	$L \leq 25,00\text{m}$	$L > 25,00\text{m}$
	Largeur B	$B \leq 2,55\text{m}$ (R312.10)	$B \leq 3,00\text{m}$	$B \leq 4,00\text{m}$	$B > 4,00\text{m}$
	Hauteur H	$H \leq 4,00\text{m}$ (usage)	$H \leq 4,50\text{m}$	$H \leq 4,50\text{m}$	$H > 4,50\text{m}$
	Masse M	$M \leq 38\text{ t si 4 essieux}$ $M \leq 44\text{ t si } >4\text{ essieux}$ (R312.4)	$M \leq 48\text{ tonnes}$	$M \leq 72\text{ tonnes}$	$M > 72\text{ tonnes}$
	Dépassement Arrière DAr	$DAr \leq 3,00\text{m}$ (R312-21)	$DAr \leq 3,00\text{m}$	$DAr \leq 3,00\text{m}$	$DAr > 3,00\text{m}$
	Dépassement Avant DAv	$DAv \leq 0,00\text{m}$ (R312-21)	$DAv \leq 0,00\text{m}$	$DAv \leq 0,00\text{m}$	$DAv > 0,00\text{m}$
Conditions de circulation	Autorisation de circuler délivrée par la DDE	Néant	Autorisation par véhicule (valable 5 ans)	Autorisation par véhicule (valable 2 ans)	Autorisation par véhicule et pour un itinéraire précis (valable 6 mois)
	Itinéraires	Réseau routier autorisé aux poids lourds	carte des convois de 1 ^{er} cat. avec plages horaires de traversées de villes	carte des convois de 2 ^{ème} cat. avec plages horaires de traversées de villes + itinéraire local de raccordement	Définir l'itinéraire et les horaires en accord avec les départements traversés
	Autoroute	Autorisée	Autorisée	Non autorisée	Non autorisée
	Escorte	Néant	Néant	Véhicule pilote si largeur >3m	Véhicule pilote & Véhicule de protection arrière + escorte de gendarmerie si besoin

(1) Arrêté du 4 mai 2006 modifié relatif aux transports exceptionnels

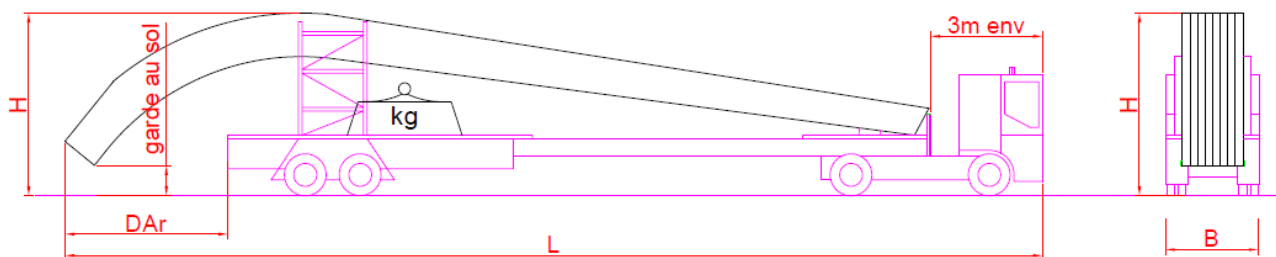


Figure 1 : Gabarit d'un convoi

La demande d'autorisation de transport exceptionnel est faite par le transporteur. Le délai d'instruction en 2^{ème} et 3^{ème} catégorie est d'environ 3 mois. Le transporteur est tenu de faire une reconnaissance préalable de l'itinéraire, notamment au niveau des itinéraires de raccordement aux cartes des convois de 1^{ère} et 2^{ème} catégorie, ainsi que des lieux de stationnement à l'entrée des villes ayant des restrictions d'horaires de traversée.



Photo 4 : Semi-remorque extensible

Photo 5 : Convoi de 3^{ème} catégorie : hauteur 4,70m, longueur 26m

Photo 6: Semi-remorque surbaissée



Photo 7 : Triqueballe

Note : Pour le transport routier au-delà des frontières françaises, il conviendra de vérifier la réglementation de chaque pays traversé.

Pour le transport par voie maritime, il existe 3 possibilités:

- Par conteneur standard de 20 ou 40 pieds : les pièces sont limitées en longueur aux dimensions intérieures du conteneur (5,86m ou 11,99m). L'arrimage des pièces doit être réalisé à l'intérieur du conteneur. Les conteneurs « open top » permettent un chargement par le dessus.



Photo 8 : Déchargement d'un conteneur « open top » de 40 pieds

- Par ferry : le convoi routier embarque directement sur le pont ou dans la cale du navire.
- Par chargement conventionnel : Pour les éléments BL de dimensions supérieures aux dimensions standards des conteneurs et sans la possibilité d'utiliser un ferry, il est possible de réaliser un colis sur mesures. Il doit posséder des points ancrages pour être arrimé sur le navire et être manipulé par les grues portuaires. Il faut que le colis soit résistant aux chocs et aux intempéries. Un conteneur « flat rack » peut être utilisé pour réaliser la base du colis.

3.2. ARRIMAGE DES MARCHANDISES SUR LES VEHICULES

RESPONSABILITES DE L'ARRIMAGE

Les responsabilités de l'arrimage des marchandises sur les véhicules sont définies dans le code des transports par le décret du 17 novembre 2016. Auparavant, elles étaient définies par la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs (LOTI).

1. Pour le transport des marchandises courantes, Selon le Code des transports – article 7- Annexe II de l'article D3222-1

- **Article 7- Chargement, calage, arrimage, sanglage et déchargement**

- [...] **7.1. Pour les envois inférieurs à trois tonnes :**

Le transporteur exécute sous sa responsabilité les opérations de chargement, de calage, d'arrimage et de déchargement de l'envoi.

- [...] **7.2. Pour les envois égaux ou supérieurs à trois tonnes :**

Le chargement, le calage et l'arrimage de la marchandise sont exécutés par l'expéditeur sous sa responsabilité. Le transporteur fournit à l'expéditeur toutes indications utiles en vue d'une répartition équilibrée de la marchandise propre à assurer la stabilité du véhicule et le respect de la charge maximale par essieu.

Le transporteur vérifie que le chargement, le calage et l'arrimage ne compromettent pas la sécurité de la circulation. Dans le cas contraire, il doit demander qu'ils soient refaits dans des conditions satisfaisantes ou refuser la prise en charge de la marchandise.[...]

2. Pour le transport des pièces indivisibles (transport exceptionnel) Selon le Code des transports – article 7-Annexe IV de l'article D3222-3

▪ Article 7 Chargement, arrimage, déchargement

Le chargement, le calage et l'arrimage de la marchandise sont exécutés par le donneur d'ordre, ou par son représentant, sous sa responsabilité.

Le transporteur fournit au donneur d'ordre toutes indications utiles en vue d'une répartition équilibrée de la marchandise propre à assurer la stabilité du véhicule et le respect de la charge maximale par essieu.

Il vérifie que le chargement, le calage ou l'arrimage ne compromettent pas la sécurité de la circulation. Dans le cas contraire, il doit demander qu'ils soient refaits dans des conditions satisfaisantes ou refuser la prise en charge de la marchandise.

Le transporteur procède, avant le départ, à la reconnaissance extérieure du chargement, du point de vue de la conservation des marchandises. En cas de défectuosité apparente de nature à porter atteinte à cette conservation, il formule des réserves motivées inscrites sur le document de transport. Si celles-ci ne sont pas acceptées, il peut refuser la prise en charge des marchandises.

Le transporteur est exonéré de la responsabilité résultant de la perte ou de l'avarie de la marchandise pendant le transport s'il établit que le dommage provient d'une défectuosité non apparente du chargement, du calage, de l'arrimage ou d'une défectuosité apparente pour laquelle il avait émis des réserves visées par le chargeur.

Le déchargement de la marchandise est effectué par le destinataire.

Le transporteur met en œuvre dans tous les cas les moyens techniques de transfert propres au véhicule. Il est responsable des dommages résultants de leur fait.

3. Pour le transport des véhicules et engins de chantier, Selon le Code des transports – article 7- Annexe VII de l'article D3222-7

▪ Article 7 Chargement, arrimage, déchargement

7.1. L'exécution du chargement, du calage et de l'arrimage des véhicules roulants incombe au transporteur qui en assume la responsabilité.

Avant la prise en charge des véhicules roulants, il est procédé à une reconnaissance contradictoire entre le donneur d'ordre et le transporteur concernant la conformité des véhicules roulants au document de transport, leur bon état apparent et la présence des accessoires de série et éventuellement optionnels précisés sur la fiche d'accompagnement

La reconnaissance contradictoire s'effectue par un écrit signé des parties.

7.2. Le déchargement est effectué par le transporteur, qui en assume la responsabilité, à un emplacement désigné par le destinataire et accessible au véhicule transporteur, permettant d'assurer cette opération dans des conditions normales de sécurité pour le personnel, les tiers et les véhicules roulants. [...].

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DE L'ARRIMAGE

1. Conception :

Pour la conception de l'arrimage, on pourra se reporter à l'ouvrage édité par INRS en mars 2013 : ED 6145 « Arrimage des charges sur les véhicules routiers ». Notamment, on veillera à répartir de façon symétrique le chargement par rapport à l'axe longitudinal du convoi et positionner le centre de gravité du chargement le plus bas possible et toujours sous la hauteur critique de renversement du convoi.

2. Dimensionnement :

Pour le dimensionnement de l'arrimage, on pourra utiliser la norme NF ISO 15818 sur les exigences de performance des points d'ancrages pour le levage et l'arrimage des engins de terrassements.

Les efforts à prendre en compte pour dimensionner l'arrimage sont les efforts dynamiques maximum sur éléments à transporter générés par le mode de transport utilisé, appliqués aux centres de gravité. Ils dépendent de la masse des pièces et de l'accélération appliquée (freinage et accélération du véhicule dans le sens longitudinal et virage du véhicule dans le sens latéral).

$$F_{Dx} = C_x \cdot M \cdot g \quad \text{et} \quad F_{Dy} = C_y \cdot M \cdot g$$

Avec :

F_{Dx} , F_{Dy} : effort dynamique longitudinal et latéral maximum à reprendre dans le système d'arrimage

M : masse des éléments à arrimer (kg)

g : accélération de la pesanteur ($g=9,8\text{m/s}^2$)

C_x : coefficient d'accélération dans le sens longitudinal

C_y : coefficient d'accélération dans le sens transversal (latéral)

Au niveau de la liaison du système d'arrimage sur les éléments à transporter, on peut tenir compte des efforts d'adhérence pour la reprise d'une partie ou de la totalité des efforts.

$$F_{Ad} = (\mu_D \times C_z) \cdot M \cdot g$$

Avec :

F_{Ad} : effort d'adhérence

C_z : coefficient d'accélération dans le sens vertical

μ_d : adhérence dynamique des éléments (selon annexe 5 de ED6145 de l'INRS : Pneu / plateau de remorque $\mu_d=0,2$; bois raboté/ tissus $\mu_d=0,3$; bois raboté/bois raboté $\mu_d=0,3$; bois raboté/acier $\mu_d=0,2$).

Tableau 3 - Coefficients d'accélération pendant le transport sur route (Extrait NF ISO 15818)

Sécurisation dans la	Coefficient d'accélération pendant le transport sur route		
	C_x <i>Longitudinalement</i>	C_y <i>Transversalement</i>	C_z <i>Verticalement vers le bas</i>
Direction longitudinale	0,8	-	1,0
Direction transversale	-	0,5	1,0

Tableau 4 - Coefficients d'accélération pendant le transport sur rail (Extrait NF ISO 15818)

Sécurisation dans la	Coefficient d'accélération pendant le transport sur rail		
	C_x <i>Longitudinalement</i>	C_y <i>Transversalement</i>	C_z <i>Verticalement vers le bas</i>
Direction longitudinale	1	-	1,0
Direction transversale	-	0,5	0,7

Tableau 5 - Coefficients d'accélération pendant le transport maritime (Extrait NF ISO 15818)

Sécurisation dans la	Coefficient d'accélération pendant le transport maritime		
	C_x <i>Longitudinalement</i>	C_y <i>Transversalement</i>	C_z <i>Verticalement vers le bas</i>
Direction longitudinale	0,4	-	0,2
Direction transversale	-	0,8	1,0

Un calcul pseudo statique pourra définir les efforts d'arrimage (F_{Axi} et F_{Ayi}) dus à l'effort dynamique longitudinal (F_{Dx}) et transversal (F_{Dy}) sur chaque élément (i) du système d'arrimage (élingues, ancrages et accessoires).

Chaque élément du système d'arrimage devra être dimensionné tel que :

$$\left\{ \begin{matrix} F_{Axi} \\ F_{Ayi} \end{matrix} \right\} \leq CMU_i = ou \left\{ \begin{matrix} CR_i / \gamma_{RA} \\ CE_i / \gamma_{EA} \end{matrix} \right.$$

Avec :

F_{Axi} , F_{Ayi} : effort résultant sur l'élément i du système d'arrimage

CMU_i : Charge Maximum Utile de l'élément i (valeur fabricant pour les éléments standards ou calculés pour les éléments spécifiques)

CR_i : Charge à la Rupture de l'élément i (déterminée par essais ou calculs)

CE_i : Charge d'épreuve de l'élément i (déterminée par essais)

γ_{RA} : Coefficient de sécurité à la rupture de l'arrimage

γ_{EA} : Coefficient de sécurité d'épreuve de l'arrimage

Tableau 6 - Coefficients de sécurité des accessoires d'arrimage

Eléments	Norme	γ_{RA}	γ_{EA}
Elingue textile Ronde	NF EN 1492-2	7,0	-
Elingue textile Plate	NF EN 1492-1	7,0	-
Elingue en câble d'acier	NF EN 13414-1	4,5	-
Elingue chaîne Classe 8 (fu=800MPa)	NF EN 818-2	4,0	2,5
Elingue chaîne Classe 4 (fu=400MPa)	NF EN 818-3	4,0	2,0
Manilles Forgées Classe 6	NF EN 13889	4,9	2,0
Anneaux en classe 4	NF EN ISO 3266	4,0	2,0
Point d'Ancrage	NF ISO 15188	2,0	1,25

SUPPORT

Avant le démarrage du levage, il convient de vérifier, à l'aide des plans d'implantation, la géométrie et la position des supports réalisés par le gros œuvre (fondations, poteaux béton, voiles béton, dalles béton, murs maçonneries, longrines, etc...) et des pré-scellements qui servent de points d'ancrage de la structure BL.

Les tolérances des ouvrages en béton ou en maçonnerie devront être prises en compte dans la conception de la structure. Elles permettent aussi de valider ou non les écarts constatés.

Note : Il est possible ou nécessaire de prévoir des OCIL (Ouvrage Complémentaire d'Interface Localisé) pour pallier les tolérances trop importantes prescrites dans NF DTU des supports.

Extrait avant-propos particuliers du NF DTU 31.1 :

Cet avant-propos particulier évoque l'éventuelle nécessité de prévoir un ouvrage complémentaire, entre parties d'ouvrage conformes aux prescriptions de leurs NF DTU respectifs, pour atteindre les performances attendues de l'ouvrage global. Ces dernières peuvent être : mécaniques, thermiques, acoustiques, environnementales, incendie, étanchéité,...

Par nature l'ouvrage complémentaire d'interface localisé (OCIL) concerne des dispositions locales ou localisées. Il s'intègre dans la conception initiale de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage et n'entre pas dans une approche de réparation de l'ouvrage.

Au jour de la parution du présent document, une norme expérimentale (XP DTU P 18-202) qui précise les règles à respecter ainsi que les exigences minimales applicables par défaut pour réaliser les OCIL est en cours de rédaction.

4.1. TOLERANCES GEOMETRIQUES DES OUVRAGES EN BETON ARME

Selon NF DTU 21 P1-1 (DTU pour l'exécution des ouvrages en béton) §9.1, les tolérances géométriques réglementaires sont celles indiquées dans la NF EN 13670/CN à §10.

- **La Classe de tolérance 1** est dite normale.
- **La Classe de tolérance 2** (réduite) permet de réduire les coefficients partiels relatifs au béton (annexe A de la NF EN 1992-1-1). Celle-ci ne réduit pas les tolérances en position. Les valeurs recommandées de l'annexe G s'appliquent sauf spécification contraire dans les pièces du marché (NA§10.1(3) de la NF EN 13670/CN).

Pour les dallages, le DTU 13.3 P1 (DTU Dallages : Conception, calcul et exécution) s'applique.

Note : Les tolérances géométriques ne sont pas cumulables.

LES FONDATIONS

Type d'écart	§ de la NF EN 13670	Tolérances admissibles
		Classe 1
Position en plan	§G10.3a	± 25mm
Hauteur d'arase	§G10.3b	± 20mm

LES MURS, POTEAUX ET POUTRES

Type d'écart	§ de la NF EN 13670	Tolérances admissibles
		Classe 1
Position en plan	§G10.4a §G10.4c	$\pm 25\text{mm}$
Faux aplomb pour Hauteur $\leq 10\text{m}$	§10.1(1)	$\pm \max \left\{ \frac{15\text{mm}}{H} \right\}$
Faux aplomb pour Hauteur $> 10\text{m}$	§10.1(1)	$\pm \max \left\{ \frac{25\text{mm}}{H} \right\}$
Hauteur d'arase H	§G10.5f	$\pm \min \left\{ \max \left\{ \frac{20\text{mm}}{H} + 10\text{mm} \right\}, 50\text{mm} \right\}$
Entraxe en plan L	§G10.4c	$\pm \min \left\{ \max \left\{ \frac{20\text{mm}}{L} \right\}, 40\text{mm} \right\}$

LES DALLES

Type d'écart	§ de la NF EN 13670	Tolérances admissibles
		Classe 1
Ecart de niveaux sur une longueur L (mm)	§G10.5c	$\pm (10\text{mm} + L/500)$
Planéité à la règle de 2m d'une surface coffrée ou lissée	§G10.7a	$\pm 9\text{mm}$
Planéité à la règle de 2m d'une surface non coffrée	§G10.7c	$\pm 15\text{mm}$

LES DALLAGES

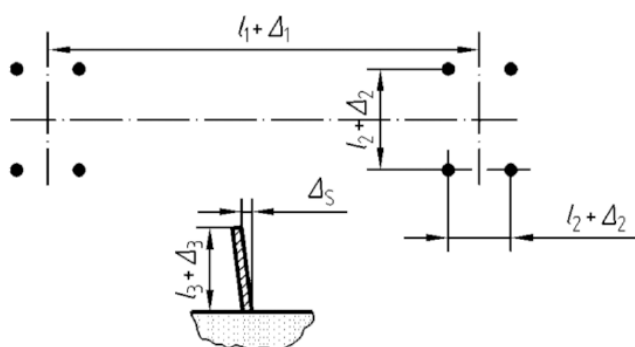
Type d'écart	§ du DTU 13.3 P1-1	Tolérances admissibles suivant l'état de surface du dallage		
		Brut	Surfacé	Lissé
Planéité locale: à la règle de 2m (2 points)	§8.3	15mm	10mm	7mm
Planéité générale Nb de points de contrôle: $= \min \left\{ \frac{5 \text{ pts}}{\text{Surface}(\text{m}^2)/100\text{m}^2} \right\}$	§8.2	$e = 10 \cdot L^{1/3}$ Avec : e : écart en hauteur admissible entre 2 pts (mm) L : distance entre 2 pt de mesure (m), $L > 2\text{m}$ Exemple 1 : pour $L=5\text{m}$, $e=17\text{mm}$ Exemple 2 : pour $L=2\text{m}$, $e=12\text{mm}$		

LES RESERVATIONS

Type d'écart	§ de la NF EN 13670	Tolérances admissibles
		Classe 1
Position en plan et en élévation	§G10.8a §G10.8b	$\pm 25\text{mm}$
Diamètre des réservations cylindriques	§G10.8a	$\pm 10\text{mm}$
Dimensions des réservations rectangulaires	§G10.8b	$\pm 25\text{mm}$

LES TIGES PRE-SCELLEES

Type d'écart	§ de la NF EN 13670		Tolérances admissibles
			Classe 1
Position en plan	§G.10.8d	$\Delta x, \Delta y$	$\pm 20\text{mm}$
Distance en plan entre groupes de tiges	§G.10.8c	$\Delta 1$	$\pm 10\text{mm}$
Entraxe dans un groupe de tiges	§G.10.8c	$\Delta 2$	$\pm 3\text{mm}$
Longueur libre de la tige	§G.10.8c	$\Delta 3$	$\begin{cases} -5\text{mm} \\ +25\text{mm} \end{cases}$
Aplomb de la tige	§G.10.8c	ΔS	$\pm \max \left\{ 5\text{mm} \right. \\ \left. l_3/200 \right\}$



Légende

l_1 = distance entre groupes de tiges

l_2 = distance entre tiges dans un groupe

l_3 = longueur libre de la tige

Figure 2 : Tiges pré-scellées

LES PLATINES D'ANCRAGE PRE-SCELLEES

Type d'écart	§ de la NF EN 13670		Tolérances admissibles
			Classe 1
Position en plan	§G10.8d	Δx , Δy	$\pm 20\text{mm}$
Position profondeur	§G10.8d	Δz	$\pm 10\text{mm}$
Distance en plan entre platines	§G10.8c	$\Delta 1$	$\pm 10\text{mm}$

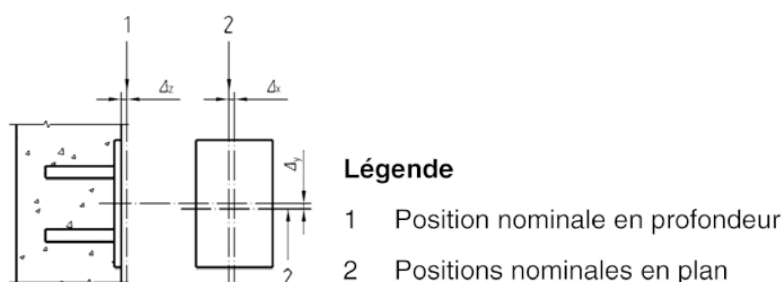


Figure 3: Platines pré-scellées

4.2. TOLERANCES GEOMETRIQUES DES OUVRAGES EN MAÇONNERIE

Selon NF DTU 20.1 P1-1 (DTU ouvrages en maçonnerie de petits éléments) §9, les tolérances pour les ouvrages en maçonnerie (essentiellement des murs) sont :

Type d'écart	§ du NF DTU 20.1 P1-1	Tolérances admissibles
Distance entre ouvrage (exemple entre murs)	§9.1.1	$\pm 20\text{mm}$
Faux aplomb pour une hauteur d'étage	§9.2	$\pm 20\text{mm}$
Faux aplomb sur 3 étages ou plus	§9.2	$\pm 50\text{mm}$
Alignement vertical	§9.2	$\pm 20\text{mm}$
Dimension des ouvrages (épaisseur mur, hauteur murs, etc..)	§9.2	$\pm 10\text{mm}$
Epaisseur de la paroi : ep	§9.2	$\pm \max \left\{ \begin{array}{l} 5\text{mm} \\ 5\% \cdot ep \end{array} \right.$
Rectitude sur une ligne de 1m	§9.2	$\pm 10\text{mm}$
Rectitude sur une ligne de 10m	§9.2	$\pm 50\text{mm}$

Note: les tolérances affichées dans ce tableau sont des tolérances pour des maçonneries "brutes" et qu'une finition est, par conséquent, toujours envisageable pour affiner ces valeurs (et cela sans recourir forcément à un OCIL).

4.3. DUREE DE SECHAGE DU BETON

La durée de séchage (cure) minimale du béton avant mise en charge dépend, selon la NF EN 13670 §8.5 tableau 4 et l'annexe F, essentiellement de trois paramètres :

- La température ambiante
- Le taux de résistance en compression désiré en phase de levage de la structure par rapport à la résistance en compression du béton à 28 jours ($f_{c,durée\ de\ cure}/f_{c28}$)
- Le type de béton utilisé (à prise rapide, courante ou lente) suivant la NF EN 206/CN §7.2_1

Tableau 7 - Evolution de la résistance du béton à 20°C Extrait de la NF EN 206/CN (tableau 16)

Evolution de la résistance	Rapport des résistances $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$
Rapide	$r \geq 0,5$
Moyenne	$0,3 \leq r < 0,5$
Lente	$0,15 \leq r < 0,3$
Très lente	$r < 0,15$

Tableau 8 - durée minimale de cure en jours pour un béton à prise moyenne (courante) et lente Extrait NF EN 13670/CN : (tableau F1-F2-F3)

$f_{c,durée\ de\ cure}/f_{c28}$	Classe de cure 1	Classe de cure 2		Classe de cure 3		Classe de cure 4	
	-	35%		50%		70%	
Prise	-	Moy.	Lente	Moy.	Lente	Moy.	Lente
Temp $\geq 25^{\circ}\text{C}$	0,5	1,5	2,5	2,5	3,5	5,0	6,0
$25^{\circ} > T \geq 15^{\circ}\text{C}$	0,5	2,5	5,0	4,0	7,0	9,0	12,0
$15^{\circ} > T \geq 10^{\circ}\text{C}$	0,5	4,0	8,0	7,0	12,0	13,0	21,0
$10^{\circ} > T \geq 5^{\circ}\text{C}$	0,5	5,0	11,0	9,0	18,0	18,0	30,0

Note 1 : La classe de Cure 1 est uniquement utilisée pour le décoffrage du béton, si la température est supérieure à 5°C et la durée de prise n'excède pas 5 heures.

Note 2 : La NF EN 1992-1-1 §3.1.2(5) indique que les bétons inférieurs à 3 jours doivent être vérifiés par essai avant d'être mis en charges.

Note 3 : Dans tous les cas, il convient d'obtenir l'accord du responsable du support (en général l'entreprise titulaire du lot gros œuvre) avant sa mise en charge.

TOLERANCES

Il convient de respecter les tolérances géométriques et d'humidité demandées aux structures BL. Elles sont indiquées dans la norme de calculs, les DTU dédiés aux structures en BL, ou les DTU des éléments supportés. Pour les ouvrages non traditionnels on peut trouver les tolérances du support dans les ATec, ATEx.

Les documents du marché peuvent compléter ou réduire les tolérances « Réglementaires ».

5.1. TOLERANCES GEOMETRIQUES DE MISE EN OEUVRE

Les tolérances géométriques maximum de levage des structures BL se trouvent dans différents documents :

- NF EN 1995-1-1, Eurocode 5, conception et calcul des structures bois, Juin 2014
- NF DTU 31.1 Charpente en bois, Juin 2017
- NF DTU 31.2 Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois, Janvier 2011
- XP DTU 33.2 Tolérances dimensionnelles du gros œuvre destiné à recevoir des façades rideaux, Déc. 1996

TOLERANCES POUR RESPECTER LES HYPOTHESES DE CALCULS

Type d'écart	NF EN 1995-1-1	Tolérances admissibles
Rectitude pour le respect des hypothèses de calcul du risque de flambement et de déversement.	§10.1(2)	Bois Lamellé : L/500

TOLERANCES DES STRUCTURES TYPE POTEAU-POUTRE

Type d'écart	NF DTU 31.1 P1-1	Tolérances admissibles
Implantation	§7.7	$\pm 0,1\%$ des dimensions théoriques sans excéder $\pm 30\text{mm}$
Altimétrie	§7.7	$\pm 10\text{mm}$
Aplomb	§7.7	$\pm 2,5\text{mm/m}$ sans excéder $\pm 25\text{mm}$
Plan formé par face supérieure des solives	§7.7	Désaffleurement en hauteur $< 2\%$ de l'entraxe des solives sans excéder 5mm

TOLERANCES DES STRUCTURES TYPE MURS OSSATURES BOIS

Type d'écart	NF DTU 31.2 P1-1	Tolérances admissibles
Aplomb des murs	§7.4.1.3.1	$\pm 5\text{mm}$ sur une hauteur d'étage
Désaffleurement entre éléments de parois	§7.4.1.3.2	$\pm 3\text{mm}$
Planéité des murs et des planchers	§7.4.1.3.3	$\pm 5\text{mm}$ de flèche à la règle de 2m
Dimension des murs	§7.4.1.3.4	$\pm 10\text{mm}$ sur longueur de 10m
Equerrage des murs	§7.4.1.3.4	$\pm 10\text{mm}$ sur longueur de 10m (soit $\pm 0,6^\circ$)

TOLERANCES DES STRUCTURES DESTINEES A RECEVOIR DES FACADES RIDEAUX

Type d'écart	XP DTU 33.2	Tolérances admissibles
Ecart d'ensemble (Δe) en verticale, horizontale et profondeur, des supports de façade rideau (classe A : façade entièrement en avant du nez de plancher).	§5.1	$\pm 10\text{mm}$ pour des murs de hauteur ou de longueur/2 inférieur à 2,6m $\pm [6,5\text{mm} + 0,135\% \max(H, L/2)]$ pour des murs de hauteur(H) ou de longueur/2 (L/2) entre 2,6m et 10m $\pm [16\text{mm} + 0,04\% \max(H, L/2)]$ pour des murs de hauteur(H) ou de longueur/2 (L/2) supérieure à 10m
Ecart d'ensemble (Δe) en verticale, horizontale et profondeur, support façade semi-rideau ou panneau (classe B : façade insérée partiellement ou entièrement entre 2 planchers consécutifs)	§5.1	$\pm 10\text{mm}$ pour des murs de hauteur ou de longueur/2 inférieur à 2,6m $\pm [8,6\text{mm} + 0,054\% \max(H, L/2)]$ pour des murs de hauteur(H) ou de longueur/2 (L/2) entre 2,6m et 10m $\pm 14\text{mm}$ pour des murs de hauteur ou de longueur/2 entre 10m et 30m $\pm [8\text{mm} + 0,02\% \max(H, L/2)]$ pour des murs de hauteur(H) ou de longueur/2 (L/2) supérieure à 30m
Ecart local (Δp) pour façade rideau de classe A et de classe B	§5.2	$\pm 20\text{mm}$ sur une distance de 2,6m

TOLERANCES DES OSSATURES DES FACADES RIDEAUX

Les façades rideaux en bois relèvent de procédés non traditionnels. Il conviendra de consulter le fabricant pour avoir les tolérances de pose à respecter pour ces ouvrages.

5.2. TOLERANCES D'HUMIDITE DES BOIS

- ✓ Par principe, les bois (et notamment le Bois Lamellé) doivent être stockés et mis en œuvre à une humidité aussi voisine que possible de l'équilibre hygrosopique qu'ils atteindront dans la construction en exploitation.

Tableau 9 - valeurs moyennes et les extrêmes d'humidité admissibles La NF DTU 31.1 P1 §6.3 (tableau 1)

Classe de service de destination	Exemples de Localisation de pièces de bois	Valeur moyenne d'humidité de mise en œuvre visée	Valeurs extrêmes localement
1 ($7\% < H_{\text{équilibre}} \leq 13\%$)	Structure intérieure en milieu sec	12%	15% maxi
2 ($13\% < H_{\text{équilibre}} \leq 20\%$)	Structure abritée soumise à variations hygrométriques	18%	22% maxi
3 ($H_{\text{équilibre}} > 20\%$)	Conditions climatiques amenant des humidités moyennes supérieures à celles de la classe de service 2	22%	18% mini 25% maxi
	Construction en contact direct avec l'eau ou avec le sol (pilotis, écluses, appontements)	25%	25% mini

- ✓ Pour les ouvrages conduisant une humidité d'équilibre du bois inférieure à 8%, le maître d'ouvrage ou son mandataire peut indiquer, dans les pièces du marché, des tolérances d'humidité plus faibles. Dans ce cas il conviendra de protéger le BL en phase chantier (transport, stockage et levage) contre les reprises d'humidité (lasure, bâchage, etc..). On pourra mettre en place un PAQ pour contrôler l'évolution de l'humidité du bois pendant les différentes phases du chantier.
- ✓ La mesure de la teneur en humidité doit être réalisée par méthode électrique par résistance (NF DTU 31.1 P1-1 §6.3) conforme à la NF EN 13183-2.

Note : Il conviendra de recommander au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage de chauffer le bâtiment progressivement après sa mise « hors d'eau et hors d'air » afin d'éviter la dessiccation rapide en surface du BL et l'apparition de fentes en surface.

PREPARATION

Les conditions de levage doivent être validées par la Maitrise d'Œuvre et/ou le Maître d'Ouvrage lors des réunions de préparation.

6.1. ACCES CHANTIER

L'accès au chantier doit être stabilisé, sans pente excessive (<10%), de largeur suffisante (>6m), sans dévers (<3%), avec un rayon de giration extérieur suffisant (> 15m). Il doit permettre l'acheminement des engins de levage et des convois d'éléments de charpente BL jusqu'au pied des aires de stockage et de levage.

6.2. STOCKAGE

- ✓ L'aire de stockage des éléments en BL doit être stabilisée. Elle doit avoir des dimensions suffisantes et adaptées pour stocker l'ensemble des éléments de charpente livrés avant levage. Elle doit être à proximité de l'aire de levage pour limiter le nombre de manutentions des moyens de levage. Une aire de parking du matériel de levage (grues, nacelles, fourgons,) doit être également prévue.
- ✓ Les éléments de structure BL doivent être stockés sur des supports qui les isolent du sol (NF DTU 31.1 P1-§7.2). Ils doivent être suffisamment hauts pour pallier les irrégularités du terrain, suffisamment larges pour limiter la pression sur le sol et pas trop espacés pour limiter la déformation des éléments BL. Il convient d'assurer une libre circulation de l'air notamment en cas de mise en place de bâches de protection aux intempéries (y compris entre la bâche et les éléments BL).
- ✓ Le stockage des éléments BL, notamment à plat, doivent éviter les sur-contraintes (NF EN 1995-1-1 §10.6). Il convient d'aligner les calages verticalement et d'adapter les espacements des supports en fonction de l'épaisseur des éléments. En limitant la flèche sous poids propre à $L/1000$, les espacements des supports a (mm) et les porte-à-faux c (mm) doivent être inférieurs aux valeurs suivantes :

$$a \leq 230 \cdot e^{\frac{2}{3}} \quad \text{et} \quad c \leq 140 \cdot e^{\frac{2}{3}}$$

Avec e : épaisseur de l'élément BL le plus faible en mm

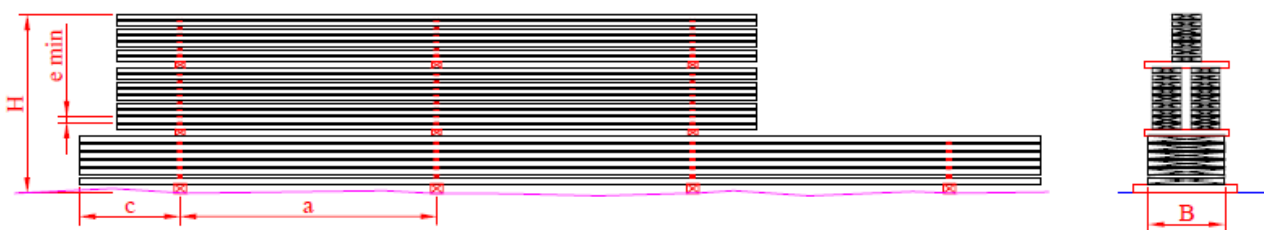


Figure 4: Stockage à plat

- ✓ Les paquets doivent suffisamment être espacés pour aménager des allées de circulation. Le code du travail (§R.4227-5) demande des largeurs d'allée de 0,80m minimum pour un piéton seul. Il convient de limiter l'élancement des paquets de bois (rapport H/B) afin d'éviter leur basculement suite à des chocs de manutention ou à la pression du vent.
- ✓ Les pièces stockées sur chant doivent être stabilisées soit par un système d'élingues ancré au sol, soit attachées sur un système de « chaises » auto-stables.

PROTECTIONS COMPLEMENTAIRES POSSIBLES

- ✓ L'application d'une lasure hydrofuge en atelier permet une protection temporaire, pendant toute la phase chantier, contre les intempéries, contre la reprise d'humidité (ou la perte d'humidité en cas de forte chaleur). Elle permet également un nettoyage plus facile des traces occasionnées lors du transport, du stockage ou du levage des éléments BL.
- ✓ La protection par bâchage des zones sensibles (piège à eau) permet une protection au moment du stockage. Elle peut être réalisée, si nécessaire, sur les éléments levés.
- ✓ En cas de forte chaleur, on peut prévoir une protection renforcée des bouts des éléments BL (bâchage, application d'un primaire imperméable, etc...) pour éviter la perte trop rapide d'humidité (choc thermique).

6.3. AIRE DE LEVAGE

- ✓ L'aire de levage doit être stabilisée et avoir une superficie suffisante permettant le levage et l'évolution des engins de chantier (nacelles, grues, etc...). Elle doit être délimitée et balisée. Son accès est interdit aux autres corps de métier pendant la phase de levage.
Les obstacles et les contraintes seront bien identifiés et balisés ou protégés en fonction de l'avancement du chantier :
 - Lignes électriques (basse, moyenne ou haute tension) : se référer à l'aide-mémoire Technique ED 6292 « Interventions à proximité des réseaux électriques aériens » de INRS –déc. 2017
 - Talus
 - Tranchées
 - Regards
 - Platines de pré-scellement
 - Bord de plancher
- ✓ Les zones de faible portance doivent être identifiées, balisées et interdites d'accès aux engins de levage et nacelles lourdes. L'accès sur les dalles neuves ou existantes doit être validé par la maîtrise d'œuvre en fonction de leurs résistances mécaniques et des charges d'exploitations envisagées. Dans les cas où ces zones doivent être impérativement utilisées malgré leur faible portance, il conviendra en fonction des situations :
 - De mettre en place des plaques de répartition sous les patins de stabilisation des grues,
 - D'étayer les dalles jusqu'au sol « dur »,
 - De demander des fondations superficielles et/ou un rechargement suivi d'un compactage du sol.

Note : Dans tous les cas, l'entreprise de levage est responsable de la stabilisation de ses moyens de levage et de ses plateformes de travail y compris en cas de location de grue mobile avec ou sans grutier.

- ✓ Des rampes d'accès provisoires (pente < 5%) devront être prévues si nécessaire, notamment pour le passage des longrines. Des réservations provisoires dans les murs banchés ou maçonnés peuvent être à réaliser, si nécessaire, pour l'accès des moyens de levage à l'intérieur du bâtiment.

Note 1 : Avant d'effectuer des travaux à proximité d'un ou plusieurs réseaux ou canalisations, il est nécessaire d'adresser une Déclaration d'Intention de Travaux (DICT) via la plateforme DICTservices.fr, afin d'obtenir les informations sur la localisation des réseaux et les recommandations visant à prévenir l'endommagement de ces réseaux.

Note 2 : La réception de la plateforme de travail doit être réalisée par l'entreprise avant le commencement du levage pour relever les non conformités éventuelles qui peuvent gêner le levage.

6.4. CONDITIONS CLIMATIQUES

- ✓ Les conditions climatiques défavorables nécessitant l'arrêt du levage sont données à titre indicatif dans le NF DTU 31.1-P2 §5.3 :

- Vent présentant des rafales supérieures à 50km/h
- Pluie persistante
- Neige, verglas et givre
- Inondations
- Chaleurs exceptionnelles
- Pic de pollution

Certains matériels de levage et de plateforme de travail sont interdits d'utilisation en cas de vitesse de vent dépassant leurs domaines d'utilisation. Par exemple, la plage d'utilisation des nacelles conformes à la NF EN 280, est définie pour un vent de moins de 12,5 m/s, soit 45km/h.

- ✓ Il convient de motiver l'arrêt du levage par écrit au maître d'ouvrage ou son mandataire avec des relevés climatiques ou états de fait pour donner lieu à une prorogation des délais d'exécution.

Note : Certaines conditions climatiques nécessitent également la protection du bois lamellé stocké, ou en cours de levage, contre la reprise d'humidité (pluie persistance, inondation) ou la perte d'humidité (chaleurs exceptionnelles). On peut prévoir par exemple un bâchage ventilé, surélever les piles de BL,...

- ✓ Pour mémoire, les transports du matériel et/ou du personnel sur le chantier peuvent être suspendus ou perturbés par la mise en place de barrières de dégel, par des conditions météorologiques exceptionnelles (brouillard, neige, verglas,...), par des mouvements sociaux, par des routes en travaux,....

6.5. DOCUMENTS

DOCUMENTS TECHNIQUES DE L'OUVRAGE

Les documents techniques de l'ouvrage sont nécessaires sur le chantier pour pouvoir réaliser le levage conforme aux plans. Ils sont sous la responsabilité du charpentier et sont réalisés en interne par le service compétent (Fabrication BL, BET, ou Levage) ou externalisé.

Tableau 10 - liste des documents techniques de l'ouvrage

Documents	Réalisé par le service		
	Fabrication BL	Etudes	Levage
Plan d'implantation		X	
Plan d'ensemble (vue en plan, élévations, façades)		X	
Carnet de détails		X	
Nomenclature des pièces, des ferrures et de la quincaillerie		X	
Recommandations du fabricant ou du concepteur pour le levage (souvent intégrées en note sur les plans d'ensemble et de détails)	X	(X)	
Plan de chargement	X		(X)
Plan de méthodologie de levage			X
Plan d'arrimage et de grutage des éléments		(X)	X
Plan de contreventement provisoire		(X)	X
Procédure d'autocontrôle ou PAQ	(X)	(X)	X

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS ET DE SECURITE

Les documents administratifs et de sécurité sont nécessaires pour pouvoir réaliser le levage dans de bonnes conditions et respecter les règles du code du travail.

Tableau 11 - Listes des documents administratifs et de sécurité

Documents	Réalisé par	
	MOE	Charpentier (Service Levage)
Planning du chantier	X	
Plan d'installation de chantier (avec les modifications en fonction du phasage)	X	
Planning du levage intégré au planning général du chantier		X
PPSPS (Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé)		X
Fiche technique des matériels de levage et des plateformes de travail		X
Autorisation de conduite du personnel des grues et des plateformes élévatrices et mobiles de personnes + CACES		X
Liste du personnel sur le chantier		X
Cartes d'identification des salariés du BTP		X

Note : L'entreprise de levage doit pouvoir mettre à disposition, sur demande notamment de l'inspection du travail, le Document Unique d'Evaluation des Risques Professionnels (DUERP) et le registre de sécurité du matériel.

DOCUMENTS POUR LE DOE ET/OU POUR L'AVANCEMENT DU CHANTIER

Les attestations permettent de formaliser les contrôles et les autocontrôles réalisés en cours de chantier par les équipes de levage :

- Attestation d'acceptation des supports de charpente
- Attestation de traitement réalisé sur le chantier (insecticide, fongicide, intumescent,...)
- Attestation d'autocontrôle (serrage des boulons, humidité du bois, tolérance géométrique, etc...)
- Attestation de conformité aux plans.

EQUIPEMENTS

7.1. PROTECTIONS

EPI (Equipements de protection individuelle)

Les EPI à utiliser lors du levage d'une structure en BL sont au minimum :

- **Vêtements de travail** adaptés aux conditions climatiques (intempéries, froid)
- **Chaussures de sécurité** avec embout de protection et système d'anti-perforation.
Elles doivent être conformes à la norme NF EN ISO 20345 ou NF EN ISO 20346
- **Casque de protection avec jugulaire.** Il doit être conforme à la NF EN 397 ou à la NF EN 14052
- **Gants** de protection des mains contre les blessures, le froid,
- **Gilet fluorescent** pour être facilement identifiable (peut être intégré aux vêtements de travail)
- **Harnais de sécurité avec 1 (ou 2) longe(s) muni d'un absorbeur de choc ou d'un antichute à rappel automatique** pour le travail en hauteur sans protection collective suffisante (travail avec une nacelle ou une ligne de vie par exemple). Ils doivent être conformes à la NF EN 361

En fonction des cas, ils pourront être complétés avec :

- Bouchons d'oreille ou casque de protection contre les bruits sur chantier
- Lunette de protection contre les projections d'éclats ou de produits chimiques
- Masque de protection respiratoire contre les poussières ou vapeurs de produits chimiques
- Etc...

PROTECTION COLLECTIVE

La protection collective minimum est le **balisage** de la zone de travail, avec des cônes, du ruban de signalisation ou tout autre moyen adapté.

En fonction des configurations du chantier, on pourra prévoir en plus :

- **Des garde-corps** aux bords des planchers, des toitures ou trémies. Ils doivent être conformes à la NF EN 13374, et notamment les caractéristiques suivantes :
 - Lisse haute à une hauteur comprise entre 1m et 1,10m
 - Une plinthe de butée de hauteur > 10cm
 - Au moins une lisse intermédiaire ou un filet de protection
 - Résister au minimum à une charge horizontale de 30 daN/ml au niveau de la lisse haute (charge caractéristique non pondérée)
- **Des planchers provisoires** pour boucher les trémies. Ils doivent être dimensionnés avec une charge d'exploitation adéquate (minimum 150 daN/m² suivant la NF EN 1991-1-6).
- **Des filets de protection** sous les structures. Ils doivent être conformes aux exigences de la norme NF EN 1263-1 et mis en œuvre conformément à la NF EN 1263-2.
- **Des lignes de vie** permettant de limiter le déplacement de l'utilisateur sur une zone de travail prédéfinie. L'utilisateur devra être muni d'un harnais de sécurité avec longe de longueur adaptée à la position de la ligne de vie.
- Etc...

7.2. HYGIENE

L'équipe de levage doit pouvoir disposer au minimum pour les interventions de moins de 4 mois :

- D'un vestiaire ou d'un espace aménagé dans le véhicule de chantier (§ R4228-6 du code du travail)
- De sanitaires avec lavabos (§ R4228-10 du code du travail). La plupart du temps les sanitaires sont mutualisés avec toutes les entreprises sur la base vie et gérés par le compte prorata.

Note : L'installation d'un réfectoire n'est pas obligatoire si l'entreprise prend en charge le repas de ses salariés au restaurant.

7.3. MOYENS DE LEVAGE

Les moyens de levage (appareils et accessoires de levage) sont à définir en adéquation vis à vis des travaux de levage à effectuer et des risques auxquels les travailleurs sont exposés. Les paramètres principaux à définir sont :

- Le poids maximum des éléments en BL équipés de leurs ferrures.
- La hauteur minimum sous crochet en comptant l'encombrement du système d'élingage.
- La flèche (ou portée) nécessaire pour balayer la zone de levage.
- L'encombrement de la grue avec son système de stabilisation déployé.
- Le poids de la grue munie de ses contrepoids.

En général, une grue mobile de moyenne capacité est suffisante et adaptée pour le levage des éléments BL.

Note 1 : Les articles 14 et 15 de l'arrêté du 1^{er} mars 2004 modifié indiquent que les appareils de levage doivent subir un « examen d'adéquation » avant le commencement des travaux de levage. L'OPPBTP met à disposition, sur son site, une fiche pré-remplie pour formaliser cet examen.

Note 2 : En cas d'accident, l'entreprise de charpente est responsable y compris dans le cadre d'un contrat de location de grue avec grutier. En effet, c'est le locataire qui définit les opérations de levage dont il assure la maîtrise. Le loueur a seulement une obligation de moyens. A l'inverse, dans le cadre d'un contrat de levage, l'entreprise de levage a une obligation de résultat et est responsable en cas d'accident.

GRUES MOBILES

Le personnel doit être formé (par exemple avec l'obtention du Certificat d'Aptitudes à la Conduite En Sécurité de grues mobiles : CACES R383) et posséder une autorisation de conduite du chef d'entreprise. La grue doit être munie de son certificat de conformité, de sa notice d'utilisation et de son carnet de maintenance sur lequel sont inscrites les dates et les natures des opérations de vérification et de maintenance. L'arrêté du 1^{er} mars 2004 (§23) demande **une vérification générale tous les 6 mois**. On pourra se reporter aux recommandations R383 « Utilisation des grues mobiles » de la CNAMTS.



Photo 9 : Grue auxiliaire sur camion :
Exemple : Grue 9T.m, flèche 20m

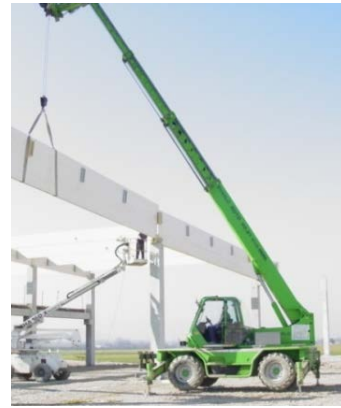


Photo 10: Charriot élévateur télescopique polyvalent:
Exemple : Grue 13T.m, flèche 18m



Photo 11: Grue mobile de forte capacité : exemple : Grue 180 T à 2,50m , flèche 60m

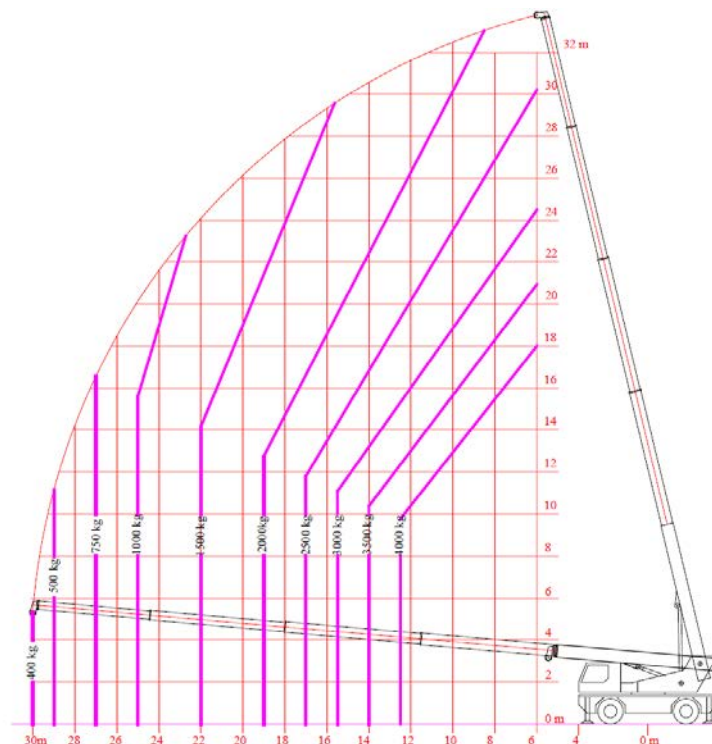


Figure 5 : Exemple de diagramme de force utile maximum de levage

GRUES A TOUR

Le personnel doit être formé (par exemple avec l'obtention du CACES R377 des grues à tour) et posséder une autorisation de conduite du chef d'entreprise. La grue doit être munie de son certificat de conformité, de sa notice d'utilisation et de son carnet de maintenance sur lequel sont inscrites les dates et la nature des opérations de vérification et de maintenance. L'arrêté du 1^{er} mars 2004 (§20 et §23) demande pour les grues à tour à montage par éléments (GME) une vérification générale tous les 12 mois et à chaque remontage ainsi qu'une vérification approfondie au moins tous les 5 ans. Pour les grues à tour à montage rapide ou automatisé (GMA), la vérification générale doit être réalisée tous les 6 mois. On pourra se reporter aux recommandations R377 « Utilisation des grues à tour » de la CNAMTS. En règle générale, les grues à tour GME nécessitent la réalisation de fondations provisoires.



Photo 12 : Grue à tour (GMA)
Portée 21m, charge en bout 700 kg



Photo 13 : Grue à tour (GME)
Portée 55m, charge en bout 4750kg

Note 1 : S'il y a plusieurs grues sur le chantier, il conviendra de gérer les zones d'interférences. Pour cela, on pourra se reporter au guide de l'INRS ED 6255 (Grue à tour gestion des zones d'interférences –novembre 2016)

Note 2 : Il est possible de mutualiser les moyens de levage entre entreprises pour des problèmes d'interférences (sécurité) ou d'accessibilité. Le cas le plus courant est l'utilisation de la grue à tour du lot gros œuvre pour le levage de la charpente ou le déchargement des matériaux. Dans ce cas, il conviendra d'établir une convention de location pour formaliser les conditions d'utilisation, les responsabilités et les conditions financières.

MOYENS DE LEVAGE MANUEL

Les tire-forts, les palans à levier (ou à chaîne) et les crics forestiers sont considérés comme des moyens de levage. Selon l'arrêté du 1^{er} mars 2004 (§20 et §23), il convient de réaliser une vérification générale de ces équipements tous les 12 mois.

7.4. PLATEFORMES DE TRAVAIL

NACELLES (PEMP)

Les PEMP sont à définir en adéquation avec les travaux en hauteur à effectuer et les risques auxquels les travailleurs sont exposés. Les paramètres principaux à déterminer sont :

- La hauteur maximum de travail désirée ;
- Le déport maximum nécessaire par rapport à l'axe du châssis porteur de la PEMP ;
- La pente maximum de l'aire de travail ;
- Le type de moteur : thermique ou électrique. A l'intérieur des bâtiments, les PEMP électriques sont indispensables ;
- Le poids maximum autorisé sur l'aire de travail ;
- Le gabarit minimum de la PEMP pour le passage des accès (largeur, hauteur, longueur, rayon de braquage, la garde au sol);
- Le type de pneu. A l'intérieur des bâtiments sur sol fini, des pneus qui ne marquent pas, type « roue blanche » sont à privilégier.

Note : Les articles 14 et 15 de l'arrêté du 1^{er} mars 2004 modifié indiquent que les PEMP (au même titre que les grues) doivent subir un « examen d'adéquation » avant le commencement des travaux en hauteur. L'OPPBTP met à disposition, sur son site, une fiche pré-remplie pour formaliser cet examen.

Le personnel doit être formé (par exemple par l'obtention du CACES R386 de PEMP) et posséder une autorisation de conduite du chef d'entreprise. La PEMP doit être munie de son certificat de conformité, de sa notice d'utilisation et son carnet de maintenance sur lequel sont inscrites les dates et les natures des opérations de vérification et de maintenance. L'arrêté du 1^{er} mars 2004 (§23) demande **une vérification générale tous les 6 mois**. On pourra se reporter aux recommandations R386 « Utilisation des PEMP » de la CNAMTS.

Les nacelles majoritairement utilisées dans le levage des structures BL sont de type articulé car elles sont très polyvalentes et permettent l'accès à des zones nécessitant un fort déport (prévoir au minimum un déport de 6m au niveau de la hauteur maximum de travail). Pour des travaux particuliers qui nécessitent une surface de plancher plus importante, on utilise aussi des nacelles de type ciseaux. Les nacelles de type araignée peuvent être utilisées afin de réduire le poids sur l'aire de travail (environ le tiers du poids d'une nacelle articulée équivalente).

Les PEMP conformes à la norme NF EN 280 sont conçues pour une utilisation avec une vitesse de vent maximum de 12,5m/s (soit 45km/h).



Photo 14 : Nacelle articulée



Photo 15 : Nacelle araignée



Photo 16 : Nacelle ciseaux

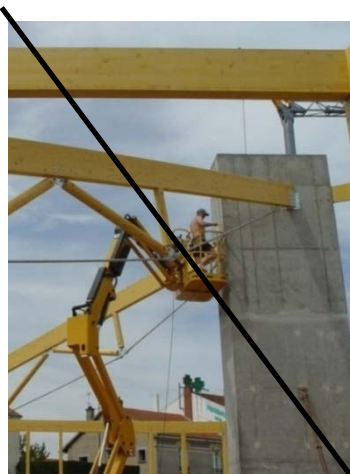


Photo 17 : Règles de sécurité non respectées



Photo 18: Règles de sécurité respectées

Note: Il est interdit d'accéder ou de quitter la nacelle en élévation. Il est interdit d'utiliser la PEMP comme moyen de levage.

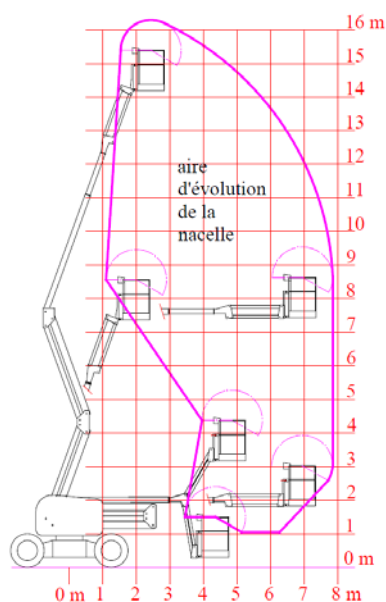


Figure 6 : Exemple d'aire d'évolution d'une nacelle articulée
ht maximum de travail : 16,30m et déport maximum : 7,80m

7.5. ELINGAGES

Il convient de définir correctement le système d'élingage pour avoir l'élément stable pendant le levage et éviter les sur-contraintes (NF EN 1995-1-1 §10.6). Par exemple lors du passage de la position horizontale à la position verticale, des arcs et des portiques, il faudra limiter les distorsions trop importantes.

Les systèmes d'élingage font partie de la famille des accessoires de levage. A ce titre, ils doivent se conformer à l'Arrêté du 1^{er} mars 2004 et notamment aux points suivants :

- Subir une vérification de mise en service pour les accessoires neufs et marqués CE (§16)
 - o Accessoire approprié aux moyens de levage
 - o Charges d'utilisation (CMU) compatibles avec les conditions d'utilisation
- Subir une vérification de mise en service et un test d'épreuve statique pour les accessoires neufs non marqués CE ou d'occasion (§17)
- Subir une Vérification générale périodique tous les 12 mois (§24)

ELINGUES

Les élingues doivent être utilisées en adéquation avec les charges à lever, sans dépasser les limites d'utilisation. Elles doivent être conformes, en bon état et vérifiées tous les ans par un organisme habilité ou une personne qualifiée de l'entreprise. Elles doivent comporter le nom du fabricant, la charge maximum d'utilisation (CMU) et le marquage CE.

On pourra se reporter au Mémento de l'élingueur (ED 6178 de l'INRS, septembre 2014).

Les élingues disponibles sur le marché sont :

- Elingues plates en textile (ou sangles): Norme NF EN 1492-1
- Elingues rondes en textile: Norme NF EN 1492-2
- Elingues câbles : Norme NF EN 13414
- Elingues chaines à maillons courts : Norme NF EN 818

Les élingues fermées (ou estropes) en textile rondes sont privilégiées dans le levage des structures BL lorsqu'elles sont en contact direct avec le bois afin d'éviter les marquages et les épaufrures sur le bois.



Tableau 12 - Charge maximale d'utilisation et codes de couleurs -Extrait de la NF EN 1492-2 (tableau 2)

Charge maximale d'utilisation de levage	Couleur de la gaine de l'élingage ronde	Charges maximales d'utilisation en tonnes								
		Levage direct	Levage bagué	Elingage en panier			Elingue à deux brins		Elingue à trois ou quatre brins	
										
Parallèle	$\beta = 0^\circ \text{ à } 45^\circ$	$\beta = 45^\circ \text{ à } 60^\circ$	$\beta = 0^\circ \text{ à } 45^\circ$	$\beta = 45^\circ \text{ à } 60^\circ$	$\beta = 0^\circ \text{ à } 45^\circ$	$\beta = 45^\circ \text{ à } 60^\circ$				
		M = 1	M = 0,8	M = 2	M = 1,4	M = 1	M = 1,4	M = 1	M = 2,1	M = 1,5
1,0	Violet	1,0	0,8	2,0	1,4	1,0	1,4	1,0	2,1	1,5
2,0	Vert	2,0	1,6	4,0	2,8	2,0	2,8	2,0	4,2	3,0
3,0	Jaune	3,0	2,4	6,0	4,2	3,0	4,2	3,0	6,3	4,5
4,0	Gris	4,0	3,2	8,0	5,6	4,0	5,6	4,0	8,4	6,0
5,0	Rouge	5,0	4,0	10,0	7,0	5,0	7,0	5,0	10,5	7,5
6,0	Marron	6,0	4,8	12,0	8,4	6,0	8,4	6,0	12,6	9,0
8,0	Bleu	8,0	6,4	16,0	11,2	8,0	11,2	8,0	16,8	12,0
10,0	Orange	10,	8,0	20,0	14,0	10,0	14,0	10,0	21,0	15,0
plus de 10,0	Orange									

M = Facteur de mode pour les chargements symétriques.

Tolérances de position pour les élingues ou partie d'élingue indiquées comme verticales = 6°

L'angle de l'élingue par rapport à la verticale ne doit pas dépasser 60 degrés. Dans la pratique, on limite cet angle à 45 degrés.

Par principe, la position des élingues sur l'élément en BL doit permettre d'orienter l'élément dans sa position finale de manière à ce que le mouvement de levage ne soit qu'une translation. Il est conseillé de fixer 1 ou 2 élingues de guidage en bout de l'élément BL afin de permettre l'orientation précise en phase finale du levage.

DIMENSIONNEMENT DES ACCESSOIRES SPECIFIQUES D'ELINGAGE

Pour adapter les systèmes d'élingage standard aux éléments à lever, on peut être amené à réaliser des accessoires spécifiques d'élingage tels que des ancrages, des palonniers, des goussets de répartition de charges, Ces éléments font partie de la famille des accessoires de levage au même titre que les élingues.

Il n'existe pas de normes spécifiques pour le dimensionnement général des systèmes d'élingage pour le levage. Toutefois, on pourra utiliser le principe de dimensionnement décrit par la norme NF ISO 15818 §4 avec la charge d'épreuve statique prévue dans l'arrêté du 1^{er} mars 2004 (§8) qui correspond à 1,5 fois la charge maximale d'utilisation.

En partant de la masse à lever (m), on détermine la charge statique équivalente ($F_G = m \cdot g$, avec $g = 9.8 \text{ m/s}^2$).

Un calcul statique définira les efforts de levage « statique » (F_{Li}) dus à la charge à lever (F_G) sur chaque élément (i) du système de levage (élingues, ancrages et accessoires). Des coefficients de sécurité adaptés intégreront aussi les effets d'amplification de charge dus aux effets dynamiques du levage.

Chaque élément du système d'arrimage devra être dimensionné tel que :

$$F_{Li} \leq CMU_i = \text{ou} \begin{cases} CR_i / \gamma_{RL} \\ CE_i / \gamma_{EL} \end{cases}$$

Avec :

F_{Li} : effort résultant sur l'élément i du système de levage

CMU_i : Charge Maximum Utile de l'élément i (valeur fournisseur pour les éléments standards ou calculés pour les éléments spécifiques)

CR_i : Charge à la Rupture de l'élément i (déterminée par essais ou calculs)

CE_i : Charge d'épreuve de l'élément i (déterminée par essais)

γ_{RL} : Coefficient de sécurité à la rupture du levage

γ_{EL} : Coefficient de sécurité d'épreuve du levage

Tableau 13 - Coefficients de sécurité des accessoires d'elingage

Eléments	Norme	γ_{RL}	γ_{EL}
Elingue textile Ronde	NF EN 1492-2	7,0	-
Elingue textile Plate	NF EN 1492-1	7,0	-
Elingue en câble d'acier	NF EN 13414-1	4,5	-
Elingue chaîne Classe 8 ($f_u = 800 \text{ MPa}$)	NF EN 818-2	4,0	2,5
Elingue chaîne Classe 4 ($f_u = 400 \text{ MPa}$)	NF EN 818-3	4,0	2,0
Crochet en classe 8	NF EN 1677-1	4,0	2,5
Manilles Forgées Classe 6	NF EN 13889	4,9	2,0
Anneaux en classe 4	NF EN ISO 3266	4,0	2,0
Point d'ancrage	NF ISO 15188	4,0	1,5
Palonniers	NF EN 13155	3,0	2,0

TYPES D'ELINGAGE



Photo 19 : Elingue baguée



Photo 20 : Elingues baguées + élingues à 2 brins



Photo 21 : Elingues baguées + Elingues à 2 brins + Palonnier

7.6. MOYENS DE MANUTENTION

Pour les aires de stockages trop éloignées de l'aire de levage ou une aire de levage très vaste, il est souhaitable et économique de disposer d'un moyen de manutention pour décharger les camions et approvisionner l'aire de levage. Le chariot élévateur télescopique (ou télescopique et gyroscopique) est le plus adapté au chantier. Le personnel doit être formé (par exemple par l'obtention du CACES R372 catégorie 9) et posséder une autorisation de conduite du chef d'entreprise.



Photo 22 : Chariot élévateur télescopique

Note : Il existe des chariots élévateurs télescopiques polyvalents (munis d'un treuil) qui permettent aussi le levage des éléments de charpente. La formation requise est le CACES R383 type 1B.

STABILISATION

8.1. CONTREVENTEMENTS PROVISOIRES

Les contreventements provisoires sont mis en place dès le premier élément levé et conservés jusqu'à ce que les stabilités définitives soient actives.



Photo 23 : Stabilité provisoire d'une ferme latine de portée 40m

Note : Les haubanages doivent être rendus suffisamment visibles, par tous moyens, pour éviter les collisions avec les engins de chantiers et les levageurs. On peut utiliser des rubans de signalisation noués tous les 2 m environ.

DIMENSIONNEMENT

Les contreventements provisoires sont dimensionnés aux Eurocodes, suivant les combinaisons ELU STR et ELS caractéristiques de l'Eurocode NF EN 1990.

Ils doivent pouvoir supporter les actions en cours d'exécution définies par la NF EN 1991-1-6 et notamment la pression du vent calculée suivant l'Eurocode NF EN 1991-1-4. La vitesse de base $V_{b0}=20\text{m/s}$ est recommandée pour une durée maximale de 3 mois (NF EN 1991-1-6/NA §3.1(5) note 2). Au-delà, il convient de prendre en compte la vitesse de base de la région du bâtiment. La période de retour pour calculer le facteur de probabilité (c_{prob}) est fonction de la durée du levage.

Tableau 14 - Périodes de retour recommandées pour la détermination des valeurs caractéristiques des actions climatiques - Extrait NF EN 1991-1-6 (Tableau 3.1)

Durée	Période de retour (années)
≤ 3 jours	2
≤ 3 mois (mais > 3 jours)	5
≤ 1 an (mais > 3 mois)	10
> 1 an	50

Tableau 15 - Coefficient de probabilité - Extrait NF EN 1991-1-4/NA (Tableau 4.5)

Probabilité p de dépassement	0,02	0,04	0,10	0,20	0,50
Période de retour	50	25	10	5	2
c_{prob}	1,00	0,97	0,92	0,88	0,82

La vitesse de référence est calculée conformément à l'équation 4.1 de la NF EN 1991-1-4:

$$V_b = V_{b0} \cdot C_{\text{dir}} \cdot C_{\text{saison}} \cdot C_{\text{prob}}$$

Le facteur de saison peut être exceptionnellement pris <1 en fonction de la période de levage. Ensuite la pression dynamique de pointe ($Q_p(Z)$) et les pressions sur les différentes surfaces sont calculées suivant la NF EN 1991-1-4.

Note : La prise au vent en phase provisoire (chantier) peut-être supérieure à la prise au vent en phase définitive.

MATERIEL UTILISE

On utilise des câbles, sangles, anneaux d'ancrage, tire-forts, écharpes, jambes de force,, standards ou fabriqués sur mesures.



Photo 24 : Anneau d'ancrage



Photo 25 ; Tire-fort



Photo 26 : Jambes de force

8.2. APPUIS PROVISOIRES

Pour le levage de certains types de structure, des appuis provisoires (étais droits, tours d'étalement, sapines, ...) peuvent être nécessaires.



Photo 27 : Tours d'étalement et sapine

Les supports de l'étalement possibles au niveau du sol sont :

- Une fondation superficielle spécifique en béton dimensionnée suivant les charges d'étalement et la portance du sol. La terre arable doit toujours être retirée.
- Une structure « permanente existante » vérifiée pour supporter les charges d'étalement.
- La surface du sol existant dans le cas de la roche.
- La surface partiellement creusée et préparée sous le niveau du sol, dimensionnée suivant les charges d'étalement et la portance du sol avec des plaques de répartition de charges suffisamment rigides.

DIMENSIONNEMENT

Il convient de dimensionner le système d'étalement selon la NF EN 12812 (Etalements : Exigences de performance et méthodes de conception et calculs) et conformément aux Eurocodes. On devra d'une part déterminer les charges à reprendre et d'autre part vérifier que le système d'étalement est apte à reprendre ces charges.

Les actions et les combinaisons à prendre en compte (NF EN 12812 §8) sont les suivantes :

Tableau 16 -Liste des cas de charges, coefficient de sécurité et facteurs ψ associés

Action	Description des actions	Ψ_{c1}	Ψ_{c2}	Ψ_{c3}	Ψ_{c4}
Q1	Actions permanentes : Poids du système d'étalement Poids des coffrages et des lests	1	1	1	1
Q2	Actions imposées verticales persistantes variables : construction supportée charge d'exploitation due aux opérations de construction $q_2 > 75 \text{ daN/m}^2$ aire de stockage $q_2 > 150 \text{ daN/m}^2$ Neige et glace si la charge est $> 75 \text{ daN/m}^2$	0	1	1	1
Q3	Actions imposées horizontales variables : 1% de Q2 dirigée vers l'extérieur et appliquée aux points d'application de Q2 + les effets provoqués par les imperfections du système d'étalement.	0	1	1	0
Q4	Actions imposées transitoires variables : Surcharge verticale du béton mise en œuvre : minimum (10% du poids propre du béton, 75 daN/m^2) Pression latérale du béton	0	1	0	0
Q5	Actions du vent : Vent maximal : pression du vent caractéristique pour une période de retour de 50 ans	1/0	-	1	0
	Vent de service : 20 daN/m^2	-	1/0	-	0
Q6	Actions relatives au courant d'eau. Sans objet pour les structures bois	0,7	0,7	0,7	0,7
Q7	Actions sismiques : selon la NF EN 1998	-	-	-	1
Q8	Actions indirectes Température : Sans objet pour les structures en bois Tassement différentiel si $> 10 \text{ mm}$ Effet de la précontrainte de la structure pendant la phase où elle est supportée par l'étalement.	0	0	1	1
Q9	Autres charges identifiées	0	1	1	1

Tableau 17 - Liste des combinaisons des systèmes d'étalement

Combinaison	Description de la combinaison	Durée de chargement
C1	Etalement « non chargé » et « au vent »	Instantanée
C2	Structure chargée pendant le coulage du béton « au vent »	Instantanée
	Structure chargée pendant le coulage du béton « sans vent »	Court terme
C3	Structure chargée « au vent »	Instantanée
	Structure chargée « sans vent »	Moyen terme (<6 mois) Ou long terme (>6 mois)
C4	Structure sous séisme	Instantanée

✓ **Calcul aux Etats Limites Ultimes pour vérifier la résistance de l'étalement :**

Combinaison ELU transitoire :

$$C_{ELU,i<4} = 1,35 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot \sum_{j>1} \psi_{j,ci} Q_j$$

Combinaison ELU sismique :

$$C_{ELU,4} = Q_1 + \sum_{j>1} \psi_{j,c4} Q_j$$

Vérification ELU conforme aux Eurocodes, y compris avec la prise en compte des imperfections géométriques réglementaires.

$$E_{d,ci} > R_{d,ci} = \frac{R_k}{\gamma_{M,ci}} \cdot k_{mod,ci}$$

Avec :

$E_{d,ci}$: sollicitation design calculée avec la combinaison ci

$R_{d,ci}$: résistance design du matériau calculée pour la combinaison ci

$\gamma_{M,ci}$: coefficient partiel de sécurité du matériau pour la combinaison ci. L'article 9.5.1 de la NF EN 12812 indique que γ_M doit être égal à 1,1 pour le calcul de la résistance des composants en acier ou en alliage d'aluminium (sauf indication contraire).

✓ **Calcul aux Etats limites de Service pour vérifier les déformations :**

Combinaison ELS :

$$C_{ELS,ci} = Q_1 + \sum_{j>1} \psi_{j,ci} Q_j$$

✓ **Calcul de l'équilibre statique :**

$$C_{EQ,ci} = \gamma_{Q1} \cdot Q_1 + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{2,ci} Q_2 + \sum_{j>2} \gamma_{Qj} \cdot \psi_{j,ci} Q_j$$

Tableau 18 - Coefficients partiel de sécurité des actions

Action	Coefficient partiel de sécurité des actions : γ_{Qj}	
	Stabilisante	Déstabilisante
Q_1	0,9	1,35
Q_2	0,9	1,35
$Q_{j>2}$	0	1,5

ETAIS A ELEMENTS PREFABRIQUES

Il existe sur le marché des étais droits et des tours-étais à éléments préfabriqués en tube métallique ou en alliage d'aluminium. Ils doivent répondre aux exigences de la norme européenne associée et au marquage NF s'il existe.

- pour les étais télescopiques réglables $h < 5,5\text{m}$, la NF EN 1065 et la NF P 93 221
- pour les tours d'étalement, la NF EN 12813 et la NF P93-551
- pour les autres types d'étais à éléments préfabriqués, la NF EN 12812

Généralement, les fiches techniques de ces types d'étais indiquent la charge nominale d'utilisation (F_u) en fonction de la hauteur d'étalement. La charge nominale est la charge à reprendre non pondérée. Le coefficient de sécurité entre la charge nominale d'utilisation et la résistance caractéristique est de 1,65 ($\gamma_F=1,5$ et $\gamma_M=1,1$).

$$F_u = \frac{R_d}{1,5} = \frac{R_k}{1,65}$$

Avec :

F_u : charge nominale d'utilisation de l'étai

R_d : Résistance design

R_k : Résistance caractéristique nominale de l'étai

REGLAGES

Le réglage de la structure se fait à l'avancement du levage, puis une vérification du réglage de l'ensemble de la structure doit être réalisée en fin de levage. Les tolérances de mises en œuvre sont rappelées au chapitre 5.1..

9.1. REGLAGE EN POSITION

Le réglage en position se fait généralement avec un décimètre (ou avec un laser-mètre) et pour les implantations complexes à l'aide d'une station de mesure laser. Le blocage en position définitive se fait soit par des organes de fixation (chevilles, vis, pointes,...) ou par scellement dans des réservations ou sur les platines pré-scellées avec des rondelles métalliques à souder.



Photo 28: Triple décimètre



Photo 29 : Laser mètre

9.2. REGLAGE EN ELEVATION

Le réglage en élévation se fait par calage (NF DTU 31.1 P1 §7.4) sur les supports. La mesure des niveaux se fait à l'aide d'un niveau optique (lunette) ou d'un niveau laser rotatif.



Photo 30 : Niveau optique



Photo 31 : Niveau laser rotatif

Le calage doit être prévu dès la conception en prenant en compte les tolérances du gros œuvre pour éviter le « buchage » de la zone d'appui. On distingue 2 types de calage :

- Les **Calages définitifs** (NF DTU 31.1 P1 §3.1.2), sont généralement réalisés avec des plats métalliques ou des cales en bois de résistances mécaniques et biologiques suffisantes pour les zones en classe d'emploi 1 ou 2. Ils font partie intégrante du système d'assemblage, notamment pour augmenter les surfaces d'appui.



Photo 32: Calage définitif en tête de poteau BA



- Les **Calages provisoires** (NF DTU 31.1 P1 §3.1.1), sont généralement mis en œuvre avant le coulage d'un mortier de scellement. Ils permettent le maintien provisoire en position.



Photo 33: Calage provisoire de pied de poteau métallique

9.3. REGLAGE EN APLOMB

Le réglage en aplomb se fait généralement au tire-fort (ou avec des étais tirant-poussant). Les mesures d'aplomb se font avec un fil à plomb (ou un niveau laser), pour les hauteurs jusqu'à 6-8m. Pour les hauteurs plus importantes ou pour les bâtiments à plusieurs niveaux, on utilise plutôt un théodolite optique ou une station de mesure laser. Le blocage en position est réalisé par le système de contreventement définitif (ou provisoire en cours de levage).



Photo 34 : Théodolite optique



Photo 35: Station de mesure laser

ANNEXES

Annexe A : Contrôles périodiques du matériel

Matériel	Périodicité	Type de vérifications	Vérification		Référence
			Interne	Externe	
Grue mobile Grue à tour GMA Chariot élévateur télesc.	6 mois	- essais de fonctionnement - examen de l'état de conservation		X	Arr. 01/03/04 modifié §6, 9, 22 et 23
Grue à tour GME	à chaque montage	- examen de montage - essais de fonctionnement - examen de l'état de conservation		X	Arr. 01/03/04 modifié §6, 9, 20, 22 et 23
	1 an	- essais de fonctionnement - examen de l'état de conservation		X	Arr. 01/03/04 modifié §6, 9, 22 et 23
	5 ans	- examen approfondi de l'état de conservation		X	Arr. 03/03/04 modifié, §5 et 6
Tire-fort Palan manuel Cric forestier	6 mois	- essais de fonctionnement - examen de l'état de conservation	X		Arr. 01/03/04 modifié §6, 9, 22 et 23
Nacelles (PEMP)	6 mois	- essais de fonctionnement - examen de l'état de conservation		X	Arr. 01/03/04 modifié, §6, 9, 22 et 23
Accessoires de Levage : - Elingue - Palonnier - Potence - Crochet -....	1 an	- examen de l'état de conservation	X		Arr. 01/03/04 modifié §24
EPI : casque de protection	1 an	- Vérification de la date limite d'utilisation.	X		NF EN 397
EPI contre les chutes de hauteur - Harnais - Longe - Antichute	1 an	- essais de fonctionnement - examen de l'état de conservation	X		Arr 19/03/93 §1 et 2
Protection Collective contre les chutes de hauteur : - Filet - Garde corps - Ligne de vie	1 an	- examen de l'état de conservation	X		Arr 19/03/93 §1 et 2
Tours d'étalement (assimilées à des échafaudages)	à chaque montage	- examen de montage - adéquation de l'équipement - examen de l'état de conservation	X		Arr 21/12/04 mod §3, 4
	3 mois	- examen approfondi de l'état de conservation	X		Arr 21/12/04 mod §3, 6
	journalière	- vérification de l'état de conservation	O		Arr 21/12/04 mod §3, 5

Note : Les examens (X) sont à consigner dans le registre de sécurité. Les examens faits en interne doivent être réalisés par une personne qualifiée et compétente dans le domaine de la prévention des risques du type de matériel contrôlé. Dans le cas contraire, ces examens doivent être externalisés.

Annexe B : Formations spécifiques au levage

Conformément à l'article L4141-2 du code du travail, l'employeur a l'obligation d'organiser des formations pratiques et appropriées à la sécurité, au bénéfice :

- 1° Des travailleurs qu'il embauche ;
- 2° Des travailleurs qui changent de poste de travail ou de technique ;
- 3° Des salariés temporaires, à l'exception de ceux auxquels il est fait appel en vue de l'exécution de travaux urgents nécessités par des mesures de sécurité et déjà dotés de la qualification nécessaire à cette intervention ;
- 4° A la demande du médecin du travail, des travailleurs qui reprennent leur activité après un arrêt de travail d'une durée d'au moins vingt et un jours.

Ces formations sont répétées périodiquement dans des conditions déterminées par voie réglementaire ou par convention ou accord collectif de travail.

Type de formation	Exemple de formation	Certificat	Validité	Recommandation CNAMTS
Utilisation des nacelles articulées, ciseaux et à mat télescopique	CACES PEMP type B3 (et A3)	Oui	5 ans	R386
Utilisation des nacelles araignées	CACES PEMP type B1	Oui	5 ans	R386
Utilisation des grues mobiles	CACES grues mobiles type 1B (et 1A)	Oui	5 ans	R383
Utilisation des grues auxiliaires	CACES grues auxiliaires de chargement de véhicules	Oui	5 ans	R390
Utilisation des grues à tour	CACES grues à tour	Oui	5 ans	R377
Utilisation des chariots élévateurs télescopiques ou gyroscopiques	CACES engins de chantier catégorie 9	Oui	10 ans	R372
Travail en hauteur	Travail en hauteur, EPI et protections collectives	Non	-	R430 et R431
Réalisation d'élingage	Elingages et gestes de commandement	Non	-	
Montage, utilisation et démontage des échafaudages de pied	Echafaudage de pied	Non	-	R408

RÉFÉRENCES

- CNAMTS R372** - Recommandation pour l'utilisation des engins de chantier [Livre]. - dec 1999.
- CNAMTS R377** - Recommandation pour l'utilisation des grues à tour [Livre]. - nov 1996.
- CNAMTS R383** - Recommandation pour l'utilisation des grues mobiles [Livre]. - juin 2000.
- CNAMTS R386** - Recommandation pour l'utilisation des PEMP [Livre]. - nov 2000.
- CNAMTS R390** - Recommandation pour l'utilisation des grues auxiliaires de chargement de véhicules [Livre]. - dec 2000.
- CNAMTS R408** - Recommandation montage, utilisation et démontage des échafaudages de pied [Livre]. - juin 2004.
- CNAMTS R430** - Recommandation dispositifs d'ancrage pour les EPI contre les chutes de hauteur [Livre]. - avril 2007.
- CNAMTS R431** - Recommandation pour l'utilisation des systèmes d'arrêt de chutes [Livre]. - Juin 2007.
- CNAMTS R434** - Prévention des risques occasionnés par les véhicules et engins circulant ou manoeuvrant sur les chantiers du BTP [Livre]. - nov 2007.
- INRS ED 6009** Vérifications réglementaires des appareils et accessoires de levage dans le BTP [Livre]. - [s.l.] : INRS, juin 2007.
- INRS ED 6107** Grues mobiles - Manuel de sécurité [Livre]. - [s.l.] : INRS, 2012.
- INRS ED 6110** Prévention des risques de chutes de hauteur [Livre]. - [s.l.] : INRS, novembre 2012.
- INRS ED 6145** Arrimage des charges sur les véhicules routiers [Livre]. - [s.l.] : INRS, mars 2013.
- INRS ED 6178** Accessoires de levage - Memento Elingueur [Livre]. - [s.l.] : INRS, septembre 2014.
- INRS ED 6255** Grue à tour - Gestion des zones d'interférence [Livre]. - [s.l.] : INRS, nov 2016.
- INRS ED 6292** Interventions à proximité des réseaux électriques aériens [Livre]. - [s.l.] : INRS, dec 2017.
- INRS ED 801** Plates-formes élévatrices mobiles de personnel dites "PEMP" [Livre]. - [s.l.] : INRS, Nov 2000.
- INRS ED 813** Grues à tour - Manuel de sécurité à l'usage des conducteurs et du personnel d'entretien [Livre]. - [s.l.] : INRS, Avril 2009.
- INRS ED 828** Principales vérifications périodiques [Livre]. - [s.l.] : INRS, octobre 2011.
- Norme DTU 13.3 P1** - Dallages - Conception, calcul et exécution [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, mars 2005.
- Norme NF DTU 20.1 P1-1** - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Cahier des clauses techniques [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Juillet 2012.
- Norme NF DTU 21 P1-1** - Execution des ouvrages en béton - partie 1-1 Cahier des clauses techniques [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, 2017.
- Norme NF DTU 31.1 P2** - Charpente en Bois - cahier des clauses administratives [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Juin 2017.
- Norme NF DTU 31-1 P1-1** - Charpente en Bois - partie 1-1 Cahier des clauses techniques [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, juin 2017.
- Norme NF EN 1065** - Etais télescopiques réglages - Spécifications du produit, conception et évaluation par calculs et essais [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Avril 1999.
- Norme NF EN 12812** - Etalements - Exigences de performances et méthodes de conception et calculs [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Decembre 2008.
- Norme NF EN 12813** - Equipement temporaires de chantiers- Tours d'étalement en composants préfabriqués [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, decembre 2004.
- Norme NF EN 13183-2**, Teneur en humidité d'une pièce de bois scié, Partie 2, estimation par méthode électrique par résistance [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Juin 2002.
- Norme NF EN 13670/CN** Exécution des structures en béton + complément national [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Février 2013.

Norme NF EN 14080 - Bois lamellé collé et bois massif reconstitué - Exigences [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Aout 2013.

Norme NF EN 1995-1-1 - Calculs des structures en bois: règles générales et règles pour les batiments [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, 2014.

Norme NF EN 206/CN - Béton: Spécification, performances, production et conformité [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Novembre 2014.

Norme NF ISO 15818 - Engins de terrassement - Point d'ancrage pour le levage et l'arrimage - Exigences de performances [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Juin 2017.

Norme NF P 93 221 - Aptitude à l'emploi et mise en oeuvre des étais télescopiques réglables en acier [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, septembre 2002.

Norme NF P 93-551 - Tours d'Etaisements - spécifications techniques - Calculs - Essais [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, Mai 2016.

Norme XP DTU 33.2, Tolérances dimensionnelles du gros oeuvre destiné à recevoir des façades rideaux [Livre]. - [s.l.] : AFNOR, décembre 1996.

OPPBTP Fiche B1 F 0817 - Garde-corps périphériques temporaires [Livre]. - Avril 2017.

OPPBTP FP-Examen d'adéquation d'une grue [Livre]. - Juin 2017.

OPPBTP FP-Examen d'adéquation d'une PEMP [Livre]. - juin 2017.

Réglementation Arrêté modifié : liste des EPI qui doivent faire l'objet de vérifications [Revue]. - [s.l.] : JORF, 19 mars 1993.

Réglementation Arrêté modifié : Vérifications des échafaudages [Revue]. - [s.l.] : JORF, 21 decembre 2004.

Réglementation Arrêté modifié relatif à l'application des articles R112-2 à R112-4 protection contre les insectes xylophages) du code de la construction et de l'habitation [Revue]. - [s.l.] : JORF, 27 juin 20016.

Réglementation Arrêté modifié: Documents de transport devant se trouver à bord des véhicules de transport routier [Revue]. - [s.l.] : JORF, 9 novembre 1999.

Réglementation Arrêté modifié: Vérifications des appareils et accessoires de levage [Revue]. - [s.l.] : JORF, 1er mars 2004.

Réglementation Code de la construction et de l'habitation - Section 2- R112-2 à R112-4: protection contre les insectes xylophages [Revue]. - [s.l.] : JORF, 28 novembre 2014.

Réglementation Code des transports - Transport routier de marchandises - Article D3222 [Revue]. - [s.l.] : JORF, 17 novembre 2016.

SNCCBLC Charpente en bois Lamellé-collé, Guide pratique 4e [Livre]. - [s.l.] : Eyrolles, 2000.

Union du Montage-Levage Guide pratique du monteur-levageur [Livre]. - [s.l.] : SEBTP-Métal Service, juin 2010.



LEVAGE DES STRUCTURES EN BOIS LAMELLE

Ce guide s'adresse aux professionnels de la filière bois, qui, dans le cadre de chantiers en bois lamellé, se trouvent confrontés à des problématiques de levage.

Le lecteur pourra trouver dans ces pages la méthodologie de levage des structures en bois lamellé, le détail de la phase de préparation, les équipements nécessaires au levage, les tolérances des supports,...

Pour chaque item, le lecteur aura les spécificités du bois lamellé en matière d'approvisionnement, de transport, de stockage et de mise en œuvre.

AUTEUR :



Les Millerots
71800 St Symphorien des Bois
Tel +33 (0) 965 14 88 67
eric.sauvignet@be2s.fr
www.be2s.fr

FINANCEMENT :

avec le soutien du



comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois