

# Produits préfabriqués lourds

## Mise en œuvre et stabilité en phase provisoire



DR

Cabines préfabriquées



DR

Escalier préfabriqué



© Gilles Codina

Panneaux préfabriqués de façade

Les produits préfabriqués lourds sont nombreux et communément utilisés sur les chantiers de gros œuvre. Parmi les plus courants, citons les poutres, les poutres voiles, les panneaux de façade pleins, incluant allèges et acrotères, les gradins, les escaliers, les cadres et les tuyaux de grandes dimensions.

Malgré des destinations différentes, tous ces éléments préfabriqués répondent à un certain nombre de contraintes logistiques communes. Cette fiche décrit les conditions de mise en œuvre de ces produits et propose les mesures de prévention adaptées.

À noter, certains éléments préfabriqués très courants (dalles, murs à coffrage intégré) font l'objet de préconisations spécifiques dans des fiches qui leur sont dédiées.

### Définitions

#### ■ Armatures apparentes

Aciers perpendiculaires aux surfaces de l'élément préfabriqué, permettant de réaliser la continuité des armatures de l'objet à construire par recouvrement des attentes.

#### ■ Élément vertical

Pièce préfabriquée dont la plus grande dimension lors de la pose s'exerce sur un plan vertical.

#### ■ Élément horizontal

Pièce préfabriquée dont la plus grande dimension lors de la pose s'exerce sur un plan horizontal.

#### ■ Insert de levage

Accessoire ou armature non nécessaire à la tenue mécanique de l'ouvrage, destinée à assurer la manutention de la pièce préfabriquée en phase transitoire.

### Conditions d'utilisation et intérêt

Les conditions de fabrication en atelier permettent de réaliser des ouvrages en béton avec une finition d'excellente qualité. En effet, la préfabrication en usine n'étant pas exposée aux intempéries, elle favorise l'obtention de parements soignés.

La mise en œuvre des éléments préfabriqués apporte également un bénéfice dans la réalisation d'ouvrages à géométrie contrainte, pour lesquels les opérations de coffrage se révèlent longues et complexes (poutres perchées, escalier à géométrie complexe, panneaux de façades suspendus, etc.).

Cette opération permet, en outre, de réduire les risques de coactivité et d'encombrement, car les heures de travail relatives au façonnage sont réalisées en dehors du lieu où la pièce est destinée à prendre place dans la structure de l'ouvrage.

Avec une organisation du travail et la prise en compte des risques inhérents au produit, l'utilisation des éléments préfabriqués apporte un avantage à la prévention et à l'amélioration des conditions de travail des opérateurs. Il faut cependant prendre en compte les risques induits par ces techniques.

## Tolérances dimensionnelles

Les tolérances dimensionnelles admissibles des éléments préfabriqués sont reprises dans des normes et des avis techniques différents selon le produit concerné. Citons essentiellement :

- les panneaux de façade, répondant à la norme NF P 10-210-1, en cohérence avec le DTU 22.1 ;
- les escaliers préfabriqués, répondant à la norme NF EN 14843, en cohérence avec l'Eurocode 2 et le DTU 21. Cette norme est d'application obligatoire depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2009 pour l'obtention du marquage CE.

Pour mémoire, les éléments suivants sont à retenir :

### • Panneaux préfabriqués

- tolérances dimensionnelles :  $\pm 10$  mm ;
- planéité de la face extérieure : 4 mm à la règle de 2 mètres ;
- diagonales de l'élément :  $\pm 5$  mm ;
- position des inserts et réservations :  $\pm 6$  mm.

### • Escaliers préfabriqués

- planéité :  $< 3$  mm ;
- toutes dimensions :  $\pm 15$  mm ou  $-5$  mm /  $+10$  mm si la largeur est inférieure à 400 mm ;
- écart d'altimétrie entre deux marches :  $< 6$  mm ;
- position des inserts et réservations :  $\pm 10$  mm.

## Principaux risques

- Risques liés à la manutention des éléments préfabriqués ou des accessoires :
  - rupture d'un ou de plusieurs éléments participant au levage (rupture d'élingues, rupture ou arrachement des inserts de levage, renversement de la grue) ;
  - défaut d'élingage de l'élément préfabriqué ;
  - heurt ou écrasement lors de la manutention ou de la mise en place ;
  - défaut de coordination entre les acteurs chargés de la manutention et de la pose.
- Chutes du personnel :
  - depuis les véhicules de transport, au cours du déchargement ou lors de la pose à la livraison ;

- pendant les phases d'élingage et de désélingage des éléments ;
  - pendant les phases de mise en place et de retrait des stabilisations provisoires ;
  - lors des opérations de positionnement ou de réglage des éléments ;
  - lors de la phase de clavetage.
- Ruine de l'élément préfabriqué, dont les causes sont notamment :
    - défaut de fabrication (géométrie non conforme au plan, arrachage partiel ou total des ancrages, fissurations, défaut de ferrailage, fragilité excessive liée aux réservations) ;
    - défaillance d'une partie de l'élément : mauvaise qualité du béton, béton trop jeune, mauvaise prise en compte des contraintes de manutention ;
    - détérioration lors des manutentions, chargement, déchargement, stockage, transport.
  - Risques de chute des éléments liée à la déficience des appuis ou de la stabilisation provisoire :
    - oubli ou sous-estimation de certaines hypothèses de charges (notamment efforts horizontaux) ;
    - largeur d'appui insuffisante (tolérances des ouvrages, implantation, verticalité non respectées) ;
    - déplacement des appuis dû à un effort parasite (masses environnantes, mise en place, chocs) ;
    - ruine de l'appui : appui mal conçu pour la phase transitoire, béton trop jeune, clavetage non réalisé ;
    - inadéquation, sous-estimation ou défaut dans la mise en œuvre de la stabilisation provisoire ;
    - retrait prématuré de la stabilisation provisoire.

## Prise en compte de la phase provisoire

Compte tenu de la présence de plusieurs intervenants, il importe que l'un d'eux regroupe tous les éléments de décision au moment de la conception du produit. Le bureau d'études de structure est l'entité la mieux placée pour tenir ce rôle.

- Par sa fonction de sachant, il peut prendre en compte l'ensemble des paramètres et fournir la solution la plus adaptée aux contraintes de chacun.
- Par la nature de son contrat, l'intégration des phases provisoires dans le calcul des structures est une tâche qui entre naturellement dans son processus de conception.

La prise en compte des phases provisoires passe par l'analyse des points suivants :

- ❶ **Éliminer ou réduire les contraintes extérieures pouvant peser sur la pièce préfabriquée non clavetée (Fig. 1).**

En aucun cas, les pièces préfabriquées, et notamment les panneaux de façade, ne peuvent être utilisées comme blindage pour soutenir des terres en phase provisoire ou comme protection contre le risque d'ensevelissement.

Sauf calcul particulier, la stabilisation provisoire est calculée pour reprendre un effort au vent équivalent à une vitesse de 85 km/h. Au-delà de cette valeur, il convient de délimiter un

**Fig. 1**

Risque de chute des pièces préfabriquées non contreventées



Logomotif

**Fig. 2**

Appui de poutres sur tours



Photo Xavier Pierre

périmètre interdisant la présence des opérateurs à proximité des panneaux non clavetés.

De plus, le concepteur doit définir, en collaboration avec l'utilisateur, les modes opératoires et les dispositions qui évitent les chocs, ou leurs effets néfastes, notamment en cas d'activité de bétonnage à proximité.

❷ **Vérifier les contraintes spécifiques sur les appuis (Fig. 2).**

Si les appuis sont constitués de poteaux, de poutres, de voiles ou de poutres voiles, le concepteur doit :

- vérifier les conditions de résistance des appuis (sections, durcissement du béton);
- prévoir, s'il y a lieu, des armatures de renfort et/ou des étaitements pour les phases transitoires;

- reporter ces indications sur les plans ainsi que les hypothèses de charges correspondantes;
- vérifier les flèches transversales que peuvent prendre ces poutres sous les efforts de chantier;
- adapter la stabilisation provisoire des éléments en conséquence;
- indiquer, sur les plans, les dispositions à prendre.

**Cette disposition constructive exige une attention particulière de la part du bureau d'études chargé du calcul des supports car elle entraîne une conception et une disposition d'armatures spécifiques. Elle nécessite aussi une grande rigueur d'exécution.**

## Plan de stabilisation et de pose

Connaissant les caractéristiques de ses produits, le fabricant doit étudier le sens de pose et le plan de calepinage des pièces préfabriquées, leur contreventement provisoire s'il y a lieu et les détails des éléments singuliers de l'ouvrage (réservations traversantes, inserts, porte-à-faux, aciers de liaison).

L'entreprise doit alors lui fournir :

- les plans des éléments porteurs et leurs armatures en attente;
- le mode de mise en œuvre choisi et l'ordre d'avancement de pose;
- les charges de chantier (verticales, horizontales, statiques et dynamiques);
- les moyens de contreventement prévus et leurs caractéristiques.

Les documents du fabricant doivent être transmis au bureau d'études de structure. Celui-ci consolide les informations liées à la structure et met à jour ses plans de pose en vérifiant la tenue de l'ensemble, y compris pendant les phases provisoires.

Lors de la pose, certains éléments préfabriqués offrent une prise au vent très importante et n'opposent aucune résistance aux efforts horizontaux. L'étalement qui sert de contreventement doit être très soigneusement calculé.

## Prévention contre les chutes de hauteur

Les dispositifs de protection contre les chutes doivent être prévus avant toute opération de pose. Les postes de travail à étudier sont :

- la mise en place de la pièce préfabriquée sur le plan de travail concerné;
- la fixation du contreventement s'il y a lieu;
- le retrait des élingues de manutention après mise en place;
- la mise en place des coffrages de liaisonnement ou de réservation s'il y a lieu;
- la mise en place des aciers de liaison s'il y a lieu;
- le coulage du béton de clavetage s'il y a lieu;

- le retrait des éléments de contreventement s'il y a lieu.

En règle générale, il convient d'incorporer, au stade de la préfabrication, un maximum d'éléments dans la pièce préfabriquée, parmi lesquels :

- les inserts destinés au support de garde-corps, à noyer dans la masse du béton ;
- les arrêts de clavetage quand cela est possible.

**Fig. 3**

Pose du garde-corps avant levage



**Fig. 4**

Mise en place de l'étaie depuis une PIRL



**Fig. 5**

Pose de poutre sur un coffrage-outil



Photos DR

Le fournisseur doit concevoir les aciers de liaison de telle sorte que leur mise en œuvre soit simple et qu'elle présente le moins de risques possible.

Les dispositifs de protection contre les chutes doivent être prévus avant toute opération de pose. Le matériel à positionner sur l'élément préfabriqué est enfiché au sol, dans les inserts support de garde-corps, avant l'opération de levage (Fig. 3).

L'accès au poste de travail en hauteur s'effectue de préférence par plate-forme élévatrice mobile de personnel (PEMP), qu'elle soit à élévation multidirectionnelle ou à élévation verticale (Fig. 4). L'utilisation de coffrages-outils spécifiques (Fig. 5), de tours d'étaie, d'échafaudages roulants ou de plates-formes adaptées est également envisageable.

## Mise en œuvre des éléments préfabriqués

### Pose

Les éléments préfabriqués, éventuellement équipés de leurs contreventements et de moyens de guidage, sont mis en place à la grue sur un support d'accueil préparé (Fig. 6). Ils sont maintenus par la grue jusqu'à leur stabilisation complète soit par simple effet gravitaire, soit au moyen de dispositifs d'ancrage et de stabilisation (cornières, pattes équerres, rails guide, étais, l'ensemble étant dimensionné selon la géométrie de la pièce).

Une bonne coordination des différents acteurs est indispensable pour éviter les ordres contradictoires et limiter les risques de heurt, d'écrasement, de coincement.

L'un des poseurs, bénéficiant d'une parfaite vision du poste de travail, est affecté à la commande de la grue par le moyen de communication adapté. Pour les pièces longues, le guidage peut être accompli par un tiers. Dans tous les cas, le grutier se réfère à un interlocuteur unique.

### Ferraillage

Le fournisseur doit concevoir les aciers en attente de telle sorte que leur mise en œuvre soit simple et présente le moins de risques possible.

**Fig. 6**

Contreventement de poteaux préfabriqués



Photo DR

Les aciers de liaison rapportés seront réduits au minimum, avec une bonne protection des armatures en attente noyées dans la pièce.

## Clavetage

Le clavetage doit être réalisé dans l'ordre et dans le délai indiqué dans le plan de pose et être compatible avec la poursuite du cycle, en respectant les charges de chantier prévues (personnel, quantité et nature du matériel).

Pour la phase de clavetage, il convient de vérifier :

- la présence des garde-corps lorsque les inserts ont été prévus ;
- la présence du dispositif de prévention des chutes de hauteur s'il n'y a pas de support intégré de garde-corps ;
- le bon état des pièces préfabriquées selon les tolérances prévues ;
- l'intégrité des éléments de support (poteaux, plancher, étalements) (Fig. 7).

## Enlèvement de l'étalement

Les éléments de stabilisation provisoire ne peuvent être retirés que lorsque la stabilité des pièces préfabriquées est effective, selon la préconisation du bureau d'études béton ou méthodes.

Le fournisseur précisera, dans sa notice d'instructions, les solutions recommandées pour cette phase. L'objectif, à terme, est d'éviter le travail en hauteur et de permettre un retrait sans risque.

Le retrait des éléments de stabilisation provisoire s'effectue :

- de plain-pied pour les éléments de petite hauteur ;
- à partir d'une PEMP ou d'un échafaudage roulant pour effectuer le desserrage des stabilisateurs qui sont préalablement suspendus à une grue, pour les grandes hauteurs.

**Fig. 7**

Outils industriels pour le clavetage de poutres voiles



## Points de vérification

- Présence et connaissance des plans de soutènement, de calepinage et de pose.
- Présence et bon état des différents inserts, notamment pour le contreventement.
- Présence et mise en œuvre du matériel de contreventement.
- Présence du matériel de protection collective sur les pièces préfabriquées.
- Dimensionnement, constitution et équipement de l'aire de stockage, le cas échéant.
- Disponibilité et compétence de l'équipe de pose.
- Disponibilité et adéquation des moyens de levage et d'élingage.

## Documents à consulter

### Normes

- **Norme NF EN 14843.** Produits préfabriqués en béton – Escaliers.
- **Norme NF P 10-210-1.** Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire.
- **Normes NF EN 1916 et NF P 16345-2.** Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé.
- **DTU 22.1.** Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire.

### Ouvrages

- **Installations de levage de charges temporaires sur chantiers.** Fiche prévention C3 F 05 09, OPPBTP.
- **Courbes de charge et hauteur des grues à tour.** Fiche prévention C3 F 10 14, OPPBTP.
- **Manutention des éléments préfabriqués avec des boucles de levage.** Fiche prévention E4 F 01 10, OPPBTP.
- **Manutention des éléments préfabriqués en béton du bâtiment au moyen de dispositifs spécifiques.** Fiche prévention E4 F 02 10, OPPBTP.
- **Manutention, stockage et transport de planchers préfabriqués – Prédalles.** Fiche prévention E4 F 05 13, OPPBTP.
- **Dalles alvéolaires précontraintes – Transport, stockage, manutention.** Fiche prévention E4 F 08 13, OPPBTP.
- **Produits préfabriqués lourds – Manutention, stockage et transport.** Fiche prévention E4 F 13 14, OPPBTP.
- **Action du vent.** Fiche prévention I9 F 02 11, OPPBTP.

Conforme à la réglementation en vigueur à la date de parution.