

Prédalles préfabriquées

Mise en œuvre et stabilité en phase provisoire

Les prédalles sont des dalles fabriquées en usine ou sur chantier, constituées de béton armé ou de béton précontraint, qui, associées à du béton coulé en œuvre, constituent la partie inférieure d'un plancher. Les planchers ainsi réalisés peuvent avoir deux, trois ou quatre bords opposés.

Les planchers à prédalles sont principalement utilisés dans les domaines du logement collectif et des bâtiments industriels (parkings, entrepôts...).

Cette fiche rappelle les contraintes qui doivent être prises en compte lors des étapes de mise en œuvre, notamment pour assurer la stabilité pendant les phases provisoires.

Définitions

■ Prédalle

Dalle de béton, armé ou précontraint, utilisée en tant que fond de coffrage pour le béton coulé en place, avec lequel elle forme la dalle monolithe. Elle constitue la partie inférieure du plancher et comporte tout ou partie de l'armature inférieure.

■ Prédalle en béton armé

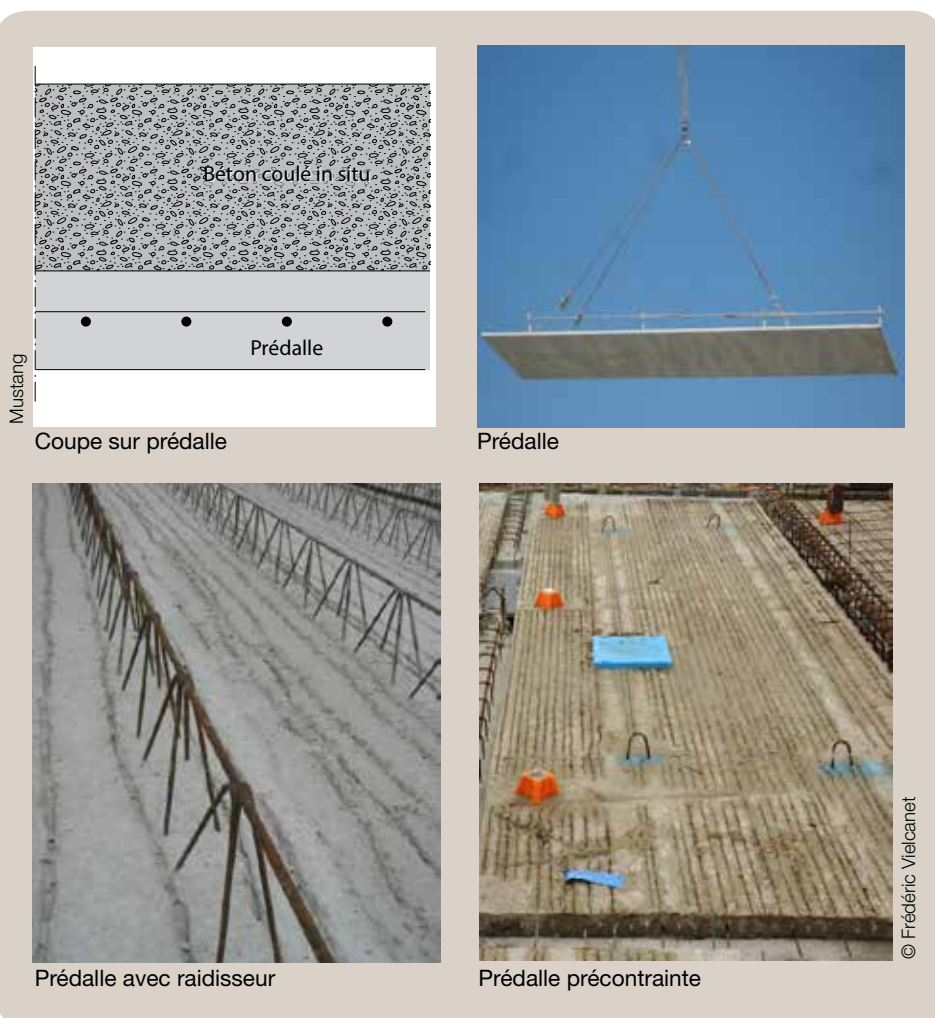
Prédalle dont les armatures de béton armé constituent l'armature principale de la dalle composite.

■ Prédalle avec raidisseur

Prédalle comportant des raidisseurs constitués de poutrelles métalliques en treillis, généralement parallèles à la direction principale de la dalle composite. Ils contribuent à la résistance et à la rigidité de la dalle dans les phases provisoires.

■ Prédalle en béton précontraint

Prédalle dont les armatures de précontrainte par prétension constituent l'armature principale de la dalle composite.



Coupe sur prédalle

Prédalle

Prédalle avec raidisseur

Prédalle précontrainte

Dimensions et tolérances dimensionnelles

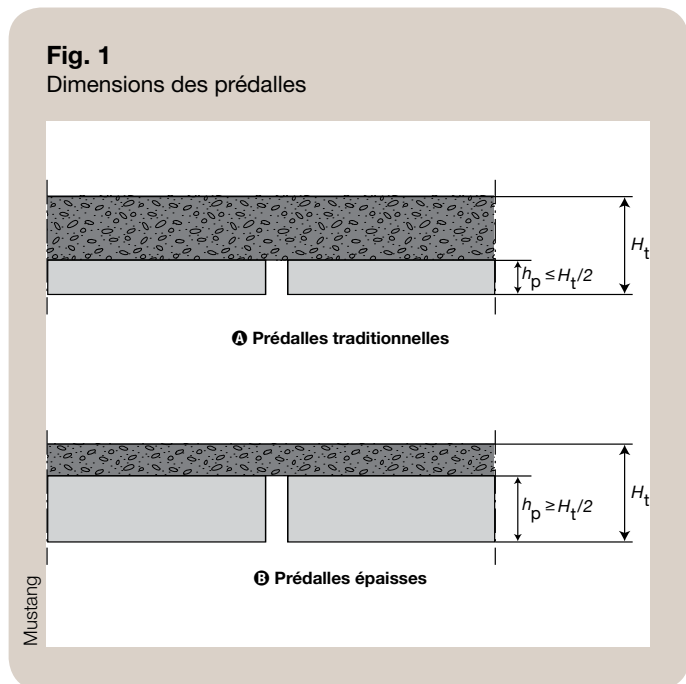
Norme NF EN 13747 – Article 4.3

Les prédalles traditionnelles ont une épaisseur généralement comprise entre 5 et 8 cm ; elles nécessitent toujours un étaie-ment pour pouvoir résister aux charges qui leur seront appli-quées, notamment lors du bétonnage (Fig. 1).

Il existe également des prédalles épaisses répondant à des besoins spécifiques (tablier de pont, par exemple), et qui ne font pas l'objet de la présente fiche.

Tolérances :

- longueur = ± 2 cm
- largeur = + 0,5 cm, - 1 cm
- épaisseur = + 1 cm, - 0,5 cm
- implantation des réservations = ± 3 cm



Exigences normatives et engagement des professionnels

Les travaux de normalisation européenne des prédalles ont abouti à la parution de la norme produit NF EN 13747 pour le dimensionnement des ouvrages de plancher réalisés avec des prédalles.

La norme comprend trois parties :

- EN 13747-1 « Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers – Prescriptions communes aux différents types de prédalles ».
- EN 13747-2 « Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers – Prescriptions spécifiques aux prédalles en béton armé ».
- EN 13747-3 « Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers – Prescriptions spécifiques aux prédalles en béton précontraint ».

Un projet de normalisation des règles de l'art (PR NF DTU 23.4) est en cours de finalisation (à paraître en 2014).

La Fédération de l'industrie du béton (FIB) et l'Union de la maçonnerie et du gros œuvre (Umgo) ont rédigé une charte commune, appelée « charte QUALIpreDAL ».

Cette charte spécifie l'ensemble des prescriptions minimales que s'engagent à respecter les fournisseurs et les utilisateurs afin que le recours aux prédalles s'effectue dans les règles de l'art.

Le respect de cette charte conduit à un environnement favorable aux conditions de travail des salariés de la profession. À ce titre, elle est donc intégrée dans les exigences complémentaires relatives à l'emploi des prédalles.

La charte précise différents points relatifs à la mise en place.

- Les fabricants de prédalles :
 - fournissent des documents techniques clairs et uniformisés ;
 - assurent une logistique d'approvisionnement de l'entreprise (planning de livraison, détails des chargements) ;
 - participent à l'élaboration de la formation du personnel chantier (étaie-ment, pose, ferrailage, joints) ;
 - livrent des produits marqués CE et certifiés NF ;
 - signent, pour chaque chantier, un protocole d'application ;
 - font la promotion de la démarche QUALIpreDAL.
- Les entreprises de gros œuvre :
 - diffusent aux opérateurs les documents nécessaires à la bonne exécution du chantier ;
 - fournissent les informations concernant les délais et l'avancement ; elles anticipent les événements susceptibles de provoquer des modifications de planning ;
 - systématisent la formation du personnel chantier à la technique des planchers à prédalles ;
 - exigent des produits marqués CE et certifiés NF ;
 - signent, pour chaque chantier, un protocole d'application ;
 - font la promotion de la démarche.

Les principaux risques

- Risques liés à la manutention des matériaux constitutifs du plancher ou entrant dans sa mise en œuvre
 - Rupture d'un ou plusieurs éléments participant au levage (rupture d'élingues, renversement de la grue).
 - Défaut d'élingage de la prédalle ou des colis d'armatures (treillis soudés ou aciers de renfort).
 - 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 de personnes
 - Depuis les véhicules de transport, en cours de chargement ou de déchargement.
 - Depuis les stockages.
 - Lors des opérations d'étaie-ment, depuis des hausses-pieds notamment au-dessus des garde-corps provisoires, depuis les tours d'étaie-ment...
 - Depuis la zone de pose : méthode mal étudiée, entraînant l'absence temporaire de protections, ou mal appliquée, en raison d'équipements absents ou inadaptés.
- Ruine de la prédalle
 - Défaut de fabrication de la prédalle (géométrie non conforme au plan, défauts de rugosité de surface, rai-

nurage trop profond et/ou perpendiculaire à la direction de la portée de la prédalle, arrachage partiel ou total des boucles de levage, fissurations).

- Défaillance de l'extrémité de la prédalle (mauvaise qualité de l'about, béton trop jeune, détérioration lors des manutentions ou du transport, efforts mal répartis à l'appui, points saillants).
- Détérioration lors des manutentions, chargement, déchargement, stockage, transport.
- Surcharges sur la prédalle, particulièrement pendant les opérations de bétonnage.
- Chute des prédalles due à la déficience des appuis
 - Profondeurs d'appui insuffisantes (tolérances des ouvrages, implantation, verticalité non respectées).
 - Déplacement des appuis dû à un effort parasite (poussée des prédalles, mise en place, chocs).
 - Ruine de l'appui: appui épaufré, non conçu ou mal conçu pour la phase transitoire, ou béton trop jeune, poutres non clavetées, absence des lisses d'appui prévues à l'étude.
 - Défaut de l'étude d'étalement, oubli ou sous-estimation de certaines hypothèses de charges.
 - Défaut de l'exécution de l'étalement (non-respect du plan d'étalement, matériel défectueux, absence de contreventement longitudinal ou transversal).
- Ruine du plancher reconstitué, principalement due à un décoffrage prématuré ou à des charges de chantier excessives et/ou non compensées par un étalement adapté.

La prise en compte de la phase provisoire

Compte tenu de la présence de plusieurs intervenants, il importe que l'un d'entre 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 remplir ce rôle.

- Par sa position 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.

Les conséquences en termes de délais seront développées dans le paragraphe correspondant.

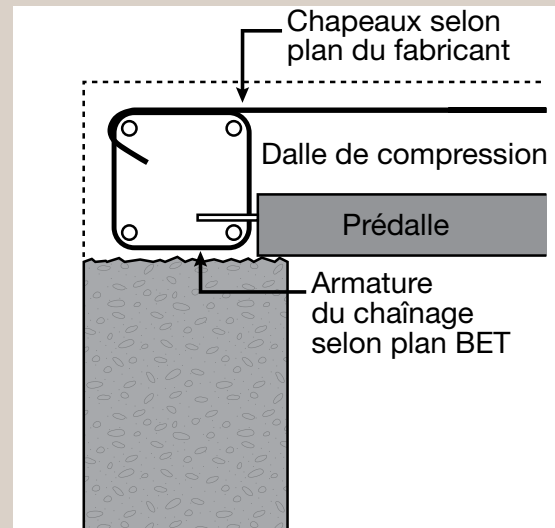
La prise en compte des phases provisoires passe par l'analyse de plusieurs points.

• Limiter les efforts excessifs sur les appuis

La mise en place de la prédalle et son réglage peuvent être gênés par divers obstacles, dont le principal provient des armatures en attente sur les appuis et en extrémités de prédalles. Il est fait alors un usage inconsidéré de leviers (barre à mine, pince, etc.) avec utilisation comme « point fixe » de l'appui de la prédalle. Le risque est aggravé si une telle manœuvre est tentée après décrochage de la grue (Figures 2 et 3).

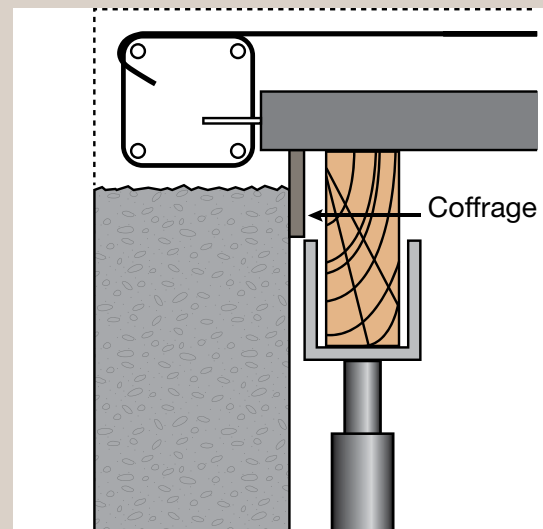
La prévention contre ce risque consiste à rendre compatibles, dans la mesure du possible, les armatures en at-

Fig. 2
Appui sur ouvrage



Mustang

Fig. 3
Appui sur lisse



Mustang

tente d'appui et de prédalles, à éviter les prédalles « trop longues » qui viennent pousser sur les armatures en attente des appuis. L'option de lisses d'appui en rive donne une plus grande latitude sur la longueur.

De plus, le concepteur doit définir, en collaboration avec l'utilisateur, des modes opératoires et des dispositions qui évitent les chocs, ou leurs effets néfastes, notamment lorsque le bétonnage doit être effectué à la pompe à béton.

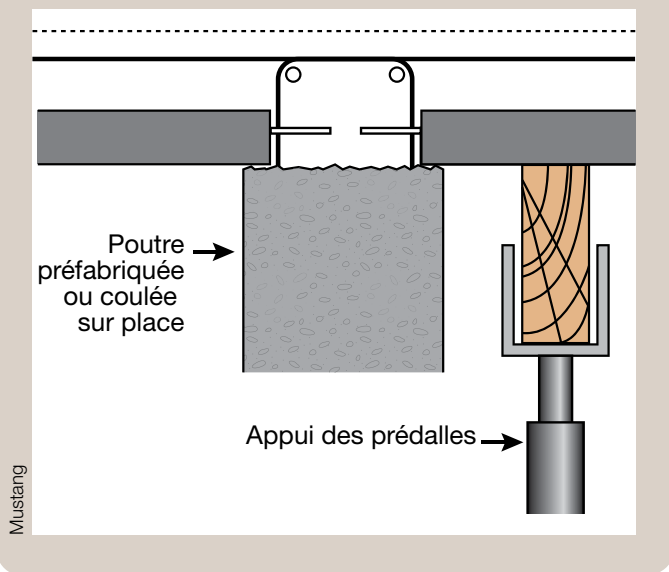
• Vérifier les contraintes spécifiques aux poutres d'appui

Si les appuis des prédalles sont constitués de poutres (Fig. 4), le concepteur doit :

- vérifier les conditions de résistance de ces poutres sections, le durcissement du béton ;
- prévoir, s'il y a lieu, des armatures de renfort et/ou des étalements pour les phases transitoires ;
- reporter ces indications sur les plans ainsi que les hypothèses de charges correspondantes ;

Fig. 4

Appui sur poutre



- vérifier les flèches transversales que peuvent prendre ces poutres sous les efforts de chantier;
- indiquer, sur les plans, les dispositions à prendre.

Il est prévu et précisé sur les plans, que les prédalles ne doivent être posées que sur des poutres clavetées. Si le concepteur prévoit une solution différente, il doit étudier et fournir au chantier les détails d'exécution correspondants qui permettent d'assurer la stabilité en phases transitoires.

Plan d'étalement ou de coffrage

Si les prédalles sont fournies par une usine, celle-ci, connaissant les caractéristiques de ses produits, doit étudier le sens de pose, le plan de calepinage des prédalles, leur étalement et le plan de coffrage.

Pour cela, l'entreprise doit lui fournir :

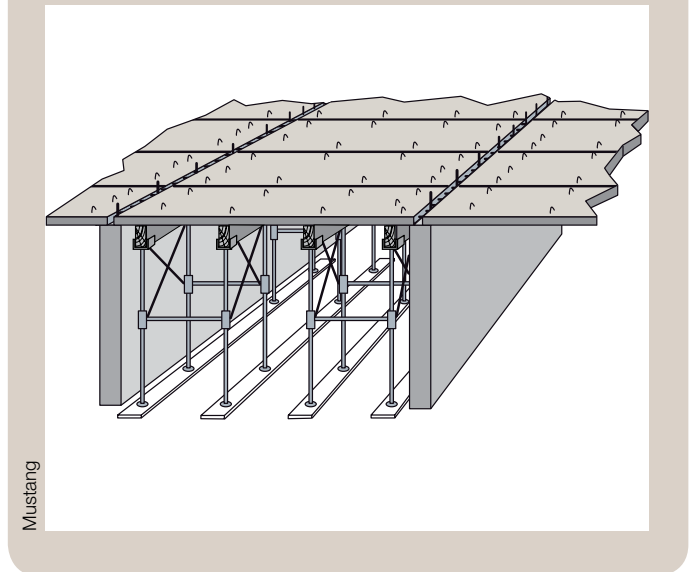
- les plans des éléments porteurs et leurs armatures en attente;
- le mode de mise en œuvre choisi et l'ordre d'avancement de pose;
- le mode de bétonnage prévu (benne ou pompe);
- les charges de chantier (verticales, horizontales, statiques et dynamiques);
- les moyens d'étalement prévus et leurs caractéristiques.

La pose des prédalles sur simple appui (sans étalement) est proscrite. L'ensemble des contraintes exercées sur les prédalles (ruine des appuis, efforts parasites, tolérances dimensionnelles, fissuration) interdit de prendre le risque de la chute de la prédalle sans la garantie de maintien des supports qu'offre un étalement. Le fabricant fournit un plan d'étalement limité aux axes des lignes d'appui et à la charge par mètre linéaire d'appui (Fig. 5).

L'entreprise doit tenir compte des hypothèses retenues initialement (charges permanentes, charges de chantier, modes de mise en œuvre, etc.), lorsqu'elle établit le plan d'étalement qui comprend la répartition des points d'étalement en fonction des charges, des effets de continuité, des phases

Fig. 5

Étalement des prédalles



Nota

Compte tenu des modes opératoires (pose à la grue, ripage à l'outil), les efforts horizontaux engendrés par la pose des prédalles sont très importants, et de nature à renverser un étalement insuffisamment contreventé.

transitoires; l'implantation des filières de rives et intermédiaires, ainsi que leur étalement; les efforts horizontaux à reprendre par contreventement.

Il y a lieu de respecter les règles de l'étalement, en particulier :

- une assise résistante obtenue par des pièces de répartition;
- la verticalité des poteaux d'étalement (étais ou montants de tours);
- un étalement en contact avec la sous-face des prédalles avant le début du bétonnage;
- la stabilité et le contreventement des étalements et des filières; un contreventement doit être calculé, les lattes clouées sous les filières bois ne remplissent pas ces conditions (Fig. 6);

Fig. 6

Contreventement en angle

**Fig. 7 – Mise**

en place d'étalement



Fig. 8
Réception des prédalles, avec garde-corps montés au préalable



Fig. 9
Cadre de sécurité monobloc extensible



© Frédéric Vielcanet

- une utilisation pratique des étais jusqu'à 3 m de hauteur, et l'emploi de sapines ou tours d'étalement pour les hauteurs supérieures à 3 m (Fig. 7).

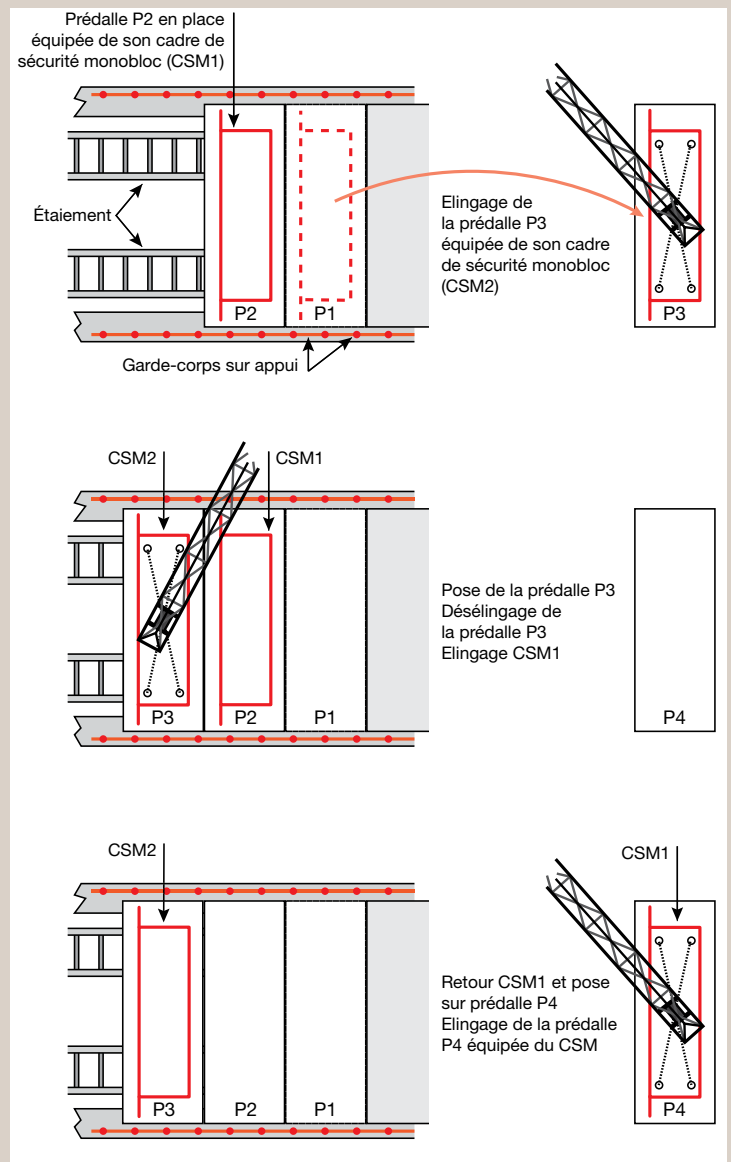
Prévention contre les chutes de hauteur

Les dispositifs de protection contre les chutes doivent être prévus avant toute opération de pose.

Protection contre les chutes en pose courante

- Les garde-corps en tête d'éléments porteurs (voiles, poutres) sont mis en place avant la pose des prédalles (Fig. 8).
- La réception et la pose de la première prédalle d'une trame peuvent se faire depuis le niveau inférieur, à partir de plates-formes adaptées.
- La réception et la pose des prédalles suivantes se font au niveau de pose. La protection latérale est assurée par des garde-corps fixés en tête des éléments porteurs (voiles ou poutres).

Fig. 10
Mode opératoire de pose



- La protection à l'avancement est assurée par les garde-corps fixés sur la dernière prédalle posée. Ce matériel a été mis en place au sol, avant le levage de la prédalle correspondante, au moyen de plots d'enfichage ou de boucles d'ancrage.
- Pour les prédalles sans raidisseurs, une variante à la méthode précédente consiste à remplacer les garde-corps fixés à la prédalle par un cadre de sécurité monobloc (Fig. 9). Mais cette solution nécessite une étude plus poussée du mode opératoire: désélingage, croisement des armatures, etc., car elle suppose le positionnement de la prédalle sans intervention humaine au-delà de la barrière. Une étude précise des nœuds de ferrailage conditionne sa bonne application (Fig. 10).

Le réglage des prédalles, l'enfilage et la mise en place définitive des armatures en attente et des armatures complémentaires doivent se faire sans appliquer d'efforts parasites

sur les éléments porteurs qui pourraient s'écartier et entraîner l'effondrement du plancher en cours de construction.

La protection des trémies doit être assurée conformément au programme d'organisation de chantier, au fur et à mesure de l'évolution des travaux (voir fiche E4 F 04 13).

Pose des prédalles

La conception de la structure impose un environnement particulier pour la pose de prédalles. Il est indispensable que l'ensemble des paramètres influant sur la pose soit connu des différents intervenants, afin que chacun puisse contribuer à la définition du produit en pleine connaissance de cause (Fig. 11).

Une bonne conception dans le positionnement du ferrailage, notamment au niveau des liaisons sur appuis, facilite l'insertion de la prédalle en limitant les points de contact entre armatures (Fig. 12).

La pénibilité est ainsi diminuée pour les opérateurs.

L'ordre de pose contenu dans le plan de calepinage des prédalles doit être respecté. On distingue trois familles de pose (Fig. 13):

Fig. 11

Pose de prédalle en série derrière des garde-corps

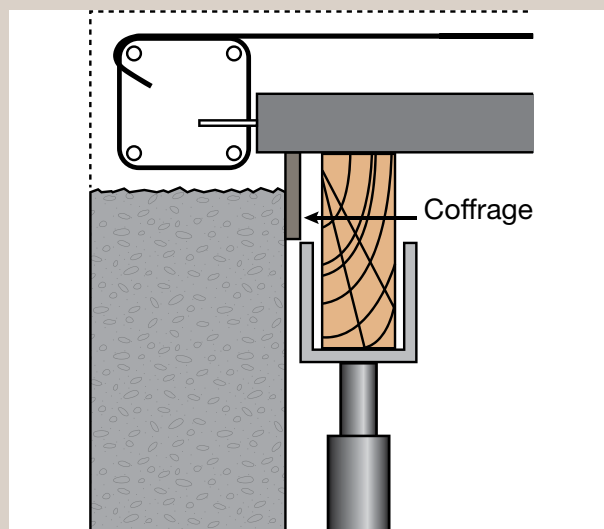


Fig. 12

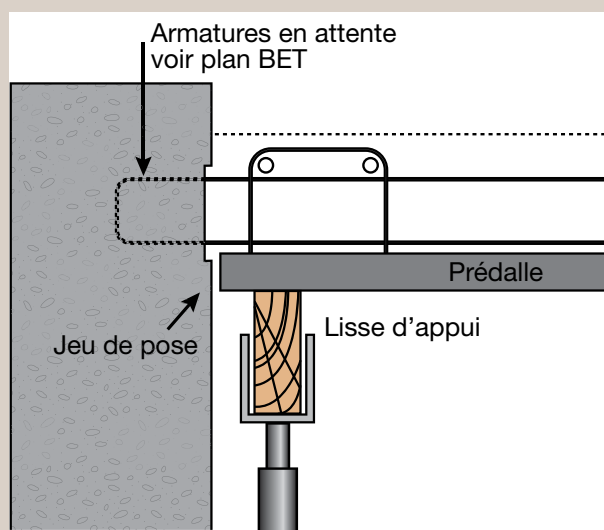
Réglage de la pose avec insertion des armatures



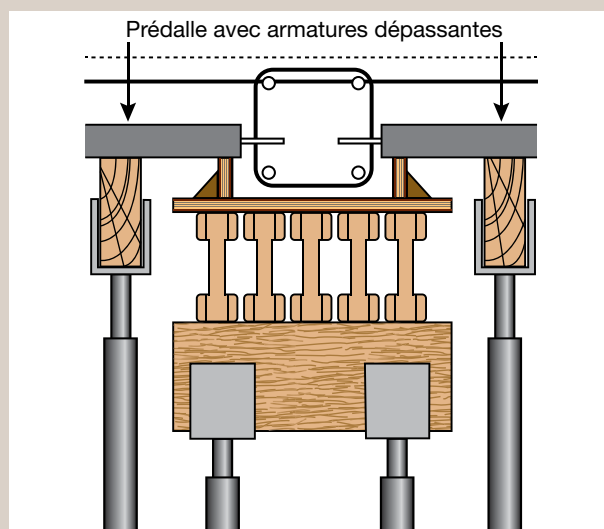
Fig. 13



Pose sur appui



Pose suspendue



Pose sur bande noyée

- La pose de prédalle sur appui :
 - pose sur poutre ;
 - pose sur appui de voile arasé ;
 - pose sur lisse filante de rive avec clavetage de l'appui ;
 - pose sur mur à coffrage intégré (MCI ou prémur), avec parois à hauteurs dissymétriques ;
 - pose sur corbeau.

Dans toutes les configurations ci-dessus, la lisse d'appui est indispensable pour se prémunir de la ruine de l'appui préfabriqué et des effets néfastes d'efforts horizontaux.

- La pose de prédalles suspendues, qui comprend les cas de figure suivants :
 - pose suspendue sur voile toute hauteur ;
 - pose suspendue sur mur à coffrage intégré (MCI ou prémur) filant toute hauteur ;
 - pose de prédalle avec suspente sur goujon noyé ;
 - pose de prédalle dans le sens non-porteur.

L'absence d'appui béton exige la mise en œuvre d'étaie

Les modalités de dépliement des aciers de liaison sont parfaitement décrites dans le carnet de chantier « Plancher à prédalles » coédité par la FFB et la FIB.

- La pose de prédalles sur bande noyée :
 - bande noyée en milieu de travée ;
 - poutre-voile avec ou sans retombée ;
 - jonction entre prédalles.

L'absence d'appui béton exige la mise en œuvre d'étaie

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

Le grutier se réfère à un interlocuteur unique.

Le ferrailage

Le ferrailage des planchers sur prédalle nécessite la mise en œuvre d'une nappe de treillis soudé en partie supérieure, ainsi qu'un ensemble d'armatures de liaison à la jonction des prédalles.

Les nappes de treillis soudés doivent être réparties sur la surface de plancher, afin de ne pas créer de surcharge ponctuelle excessive, ce qui oblige à reconditionner les colis avant levage.

La manutention des nappes s'effectue au moyen de crochets spécifiques ou de câbles de levage (Fig. 14), à l'exclusion des aciers de colisage (tortillards).

Une fois la dalle posée, les nœuds de ferrailage sont finalisés et les armatures en attente sont dépliées (Fig. 15).

Pour limiter les postures pénibles, les opérateurs utilisent des griffes ou des tubes pour déplier les armatures de liaison des prédalles suspendues (Fig. 16).

Le bétonnage

Vérifier l'intégralité de l'étaie avant le début de bétonnage. Un contact franc entre les prédalles et l'étaie doit être assuré avant toute mise en charge.

Fig. 14 – Crochet de manutention treillis soudé



Fig. 15
Nœud de ferrailage prédalle suspendue



Fig. 16
Dépliage des armatures de liaison



Nota

Les élingues de déchargement à usage unique ne doivent pas être réutilisées pour le levage des fardeaux d'aciers reconditionnés.

Le bétonnage doit être réalisé dans l'ordre indiqué au plan de coffrage, en respectant les charges de chantier prévues (personnel, quantité et nature du matériel).

Les effets dynamiques doivent être réduits le plus possible :

- déverser le béton au plus près ;
- ne pas courir, ni sauter ;
- éviter les chocs (et l'appui) de la benne à béton sur la prédalle ;
- limiter les parcours de canalisations sur les planchers en cours de construction.

Proscrire les surcharges (éviter les accumulations de béton, en étalant les bennes successivement).

Le réglage du niveau d'étalement ne doit plus être modifié dès que le bétonnage est commencé.



Lissage ergonomique



Bétonnage à la pompe

L'enlèvement de l'étalement

La résistance du béton nécessaire au retrait partiel ou total de l'étalement doit être préalablement définie par le bureau d'études et vérifiée sur le chantier par des moyens adaptés.

L'enlèvement de l'étalement ne doit être fait que lorsque le béton a acquis la résistance suffisante. Cette opération doit être décidée par une personne compétente, désignée par le chef d'établissement, et effectuée sous le contrôle de celle-ci, à partir de postes de travail sécurisés.

Si, pour réaliser la suite des travaux, ce plancher doit supporter des efforts ou des charges en plus de son propre poids (planchers superposés, par exemple), un étalement spécifique doit être mis en place.

Les points de vérification

- Présence et connaissance des plans d'étalement, des plans de calepinage des prédalles et des plans de coffrage.
- Présence et bon état des garde-corps de rive (murs ou poutres).
- Présence et déploiement du matériel d'étalement.
- Présence du matériel destiné à servir de garde-corps sur les prédalles.
- Conformité de l'aire de stockage, le cas échéant.
- Disponibilité et compétence de l'équipe de pose.
- Disponibilité des moyens de levage et d'élingage.

Documents à consulter

- Cahier des prescriptions techniques communes aux procédés de planchers (CPT « Planchers » – Avis technique) – Titre II « Dalles pleines confectionnées à partir de prédalles préfabriquées et de béton coulé en œuvre » (en particulier chapitre II B.1 et section C).
- Norme NF EN 13747, mise à jour le 13/09/2012 (P19-809) : « Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers » (www.afnor.org).
- Charte QUALpreDAL du 24 juillet 2008 (FIB et Umgo – www.qualipredal.fr).
- « Carnet de chantier : bien mettre en œuvre prédalles et prédalles suspendues », *Bâtimétiers* N° 29, 2012, UMGO-FFB.
- Manutention des éléments préfabriqués avec des boucles de levage. Fiche prévention E4 F 01 10, OPPBTP.
- Manutention des éléments préfabriqués en béton au moyen de dispositifs spécifiques. Fiche prévention E4 F 02 10, OPPBTP.
- Manutention des prédalles et des poutrelles BA du bâtiment par boucles de levage. Fiche prévention E4 F 03 10, OPPBTP.
- Planchers préfabriqués – Prédalles. Consignes relatives à la préfabrication. Fiche prévention E4 F 04 13, OPPBTP.
- Planchers préfabriqués – Prédalles. Manutention, stockage et transport. Fiche prévention E4 F 05 13, OPPBTP.
- Protection des armatures en attente sur les chantiers BTP. Fiche prévention E5 F 01 10, OPPBTP.