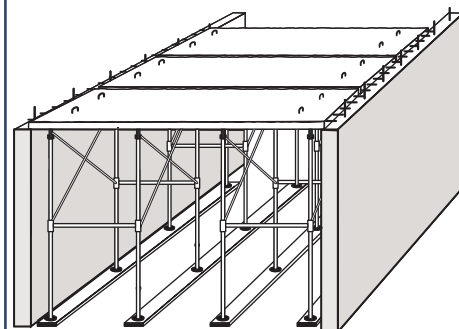


# Charge surfacique équivalente au poids d'un ouvrier sur le porte-à-faux d'une prédalle en phase provisoire

(Complément à l'étude FFB – NC n° 2014  
CERIB 3965)

Armand Leroux - Matthieu Scalliet



RAPPORT D'ÉTUDES  
ET RECHERCHES



# Charge surfacique équivalente au poids d'un ouvrier sur le porte-à-faux d'une prédalle en phase provisoire

(Complément à l'étude FFB – NC n° 2014 CERIB 3965)

356.E

## Avant-propos

Ce rapport est articulé en deux parties :

- la première partie est destinée au lecteur qui souhaite apprécier très rapidement si l'étude évoquée le concerne, et donc si les méthodes proposées ou si les résultats indiqués sont directement utilisables pour son entreprise ;
- la deuxième partie de ce document est plus technique ; on y trouvera donc tout ce qui intéresse directement les techniciens de notre industrie.

© 2015 CERIB – CS 10010 – 28233 Epernon Cedex

ISSN 0249-6224 – EAN 9782857552512

356.E – Octobre 2015

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction  
par tous procédés réservés pour tous pays.

*Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de son article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (article L. 122-4).*

*Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon exposant son auteur à des poursuites en dommages et intérêts ainsi qu'aux sanctions pénales prévues à l'article L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle.*

## Sommaire

---

<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<b>1. Etude numérique</b>	<b>7</b>
1.1. Structure modélisée et propriétés des matériaux	7
1.2. Propriétés des matériaux et conditions limites	8
1.3. Type de résultat observé	9
<b>2. Analyses des résultats et conclusion</b>	<b>11</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>13</b>
<b>Index des figures</b>	<b>14</b>
<b>Index des tableaux</b>	<b>14</b>



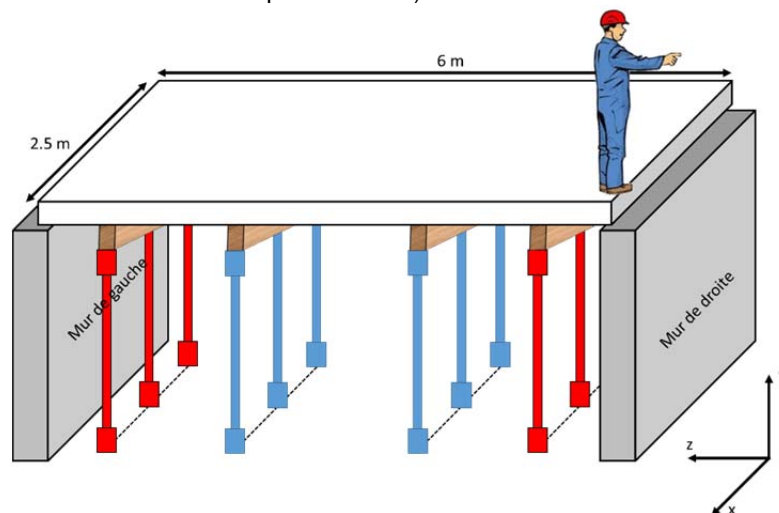
## INTRODUCTION

Ce document fait suite à l'étude du CERIB réalisée pour la FFB (Note de Calcul n° 2014 CERIB 3965) où l'influence d'une dégradation des conditions d'appuis sur le comportement mécanique des prédalles précontraintes en phase provisoire a été étudiée. Cette étude indique qu'il est nécessaire, en l'absence de précautions recommandées telles que la pose à bain de mortier ou un état d'appui surfacé au sens du DTU 21, d'effectuer la pose des prédalles avec lisses de rive avec une distance entre l'axe de ces lisses de rive et le nu du voile devant être inférieure à 30 cm.

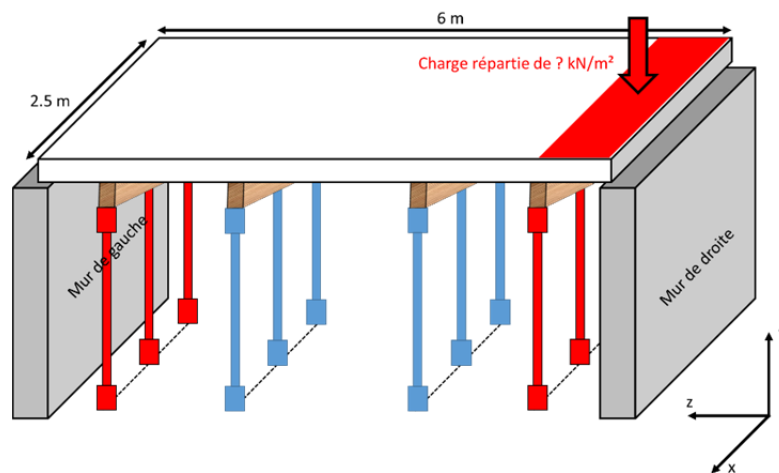
Actuellement, pour ce cas de pose de prédalle, aucune charge surfacique équivalente permettant de représenter la charge ponctuelle d'un ouvrier n'est disponible pour vérifier le dimensionnement dans le cas d'un porte-à-faux d'une prédalle en phase provisoire (cf. figure ci-dessous).

Nota : Une charge de construction  $Q_{s1}=1,5 \text{ kN/m}^2$  est utilisée pour la vérification des prédalles en zone courante.

La question qui se pose est la suivante : quelle est l'intensité de la charge surfacique permettant de réaliser la vérification en sécurité du porte-à-faux de faible portée dans le cas où un ouvrier se trouve réellement en position de travail dans l'angle de ce porte-à-faux (position la plus défavorable sur le porte-à-faux) ?



Charge « ponctuelle » d'un ouvrier



Charge surfacique équivalente à considérer

C'est dans ce cadre qu'une étude numérique a été menée et a permis de définir des valeurs de charges surfaciques équivalentes à considérer en fonction de la longueur du porte-à-faux.

L'objectif de cette étude est donc de pouvoir fournir aux industriels, en fonction de la longueur du porte-à-faux, des valeurs de charges réparties «  $P_{eq}$  » sécuritaires à prendre en compte dans le dimensionnement de la prédalle en phase provisoire en plus des vérifications habituelles.



# 1. Etude numérique

## 1.1. Structure modélisée et propriétés des matériaux

Afin de déterminer les charges surfaciques équivalentes, un cas de chargement ponctuel appliqué sur une prédalle a été étudié (cf. Figure 1). Il correspond au poids d'un homme d'environ 100 kg (1 kN appliqué) en appui sur une surface de 10 cm x 30 cm à l'extrémité du porte-à-faux de 33 cm (dans cet exemple) de la prédalle en phase provisoire dans une configuration avec lisses de rive (cf. Figure 2).

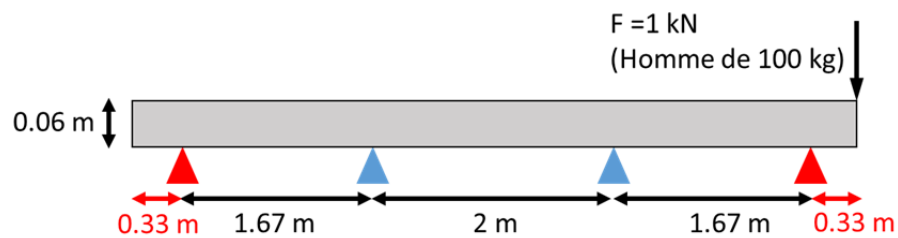


Figure 1 – Répartition des lisses d'étaie et chargement ponctuel sur un porte-à-faux dans ce cas présent de 33 cm

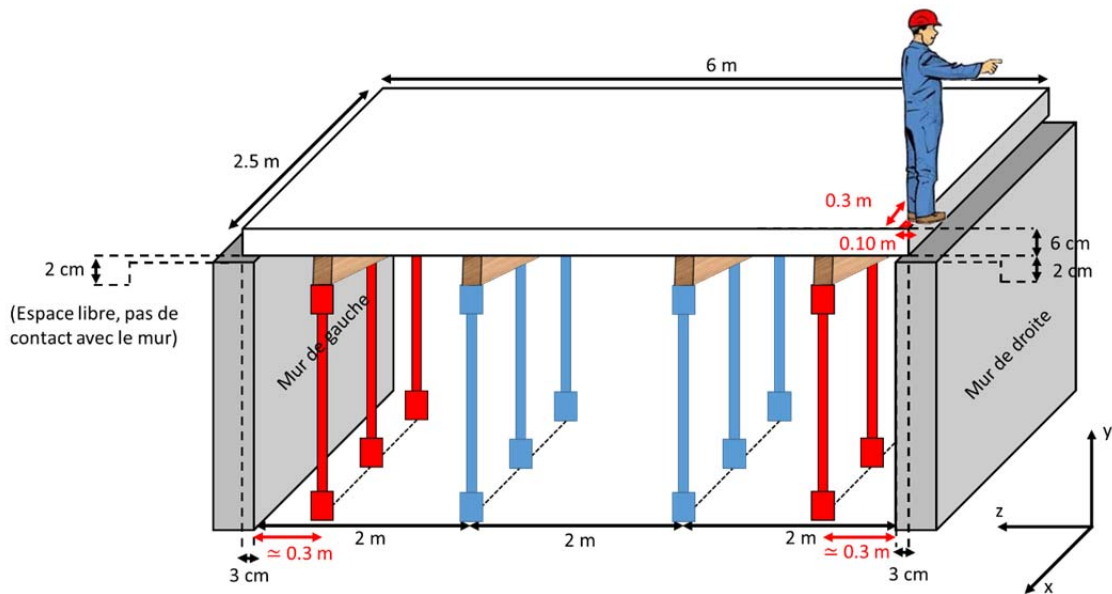


Figure 2 – Schéma représentatif d'un ouvrier positionné dans l'angle du porte-à-faux d'une prédalle en phase provisoire

Une prédalle précontrainte d'une longueur de 6 m, d'une largeur de 2.5 m et d'une épaisseur de 6 cm a été retenue pour cette étude.

En ayant retenu cette prédalle avec des armatures à 2 cm, l'effort de précontrainte se situe à la limite du noyau central et n'induit pas de traction en fibre supérieure. La contrainte déterminée par le chargement ponctuel est donc obtenue directement.

De ce fait, les calculs numériques peuvent être conduits avec une hypothèse linéaire en s'affranchissant de la modélisation de la précontrainte et des fils de précontraintes de la prédalle pour se concentrer uniquement sur l'influence du chargement appliqué sur la prédalle en phase provisoire.

La charge surfacique est celle qui crée le même moment en fibre supérieure (ou la même contrainte) avec un calcul analytique traditionnel :

$$M = \frac{P_{eq} \cdot x^2 \cdot l_a}{2}$$

Où

- M est le moment en kN.m
- x est la longueur du porte-à-faux en m
- $P_{eq}$  est la charge surfacique équivalente à définir en kN/m<sup>2</sup>
- $l_a$  est la largeur de la prédalle égale ici à 2.5 m

$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot \frac{h}{2} \cdot 10^{-3}$$

Où

- $\sigma$  est la contrainte en MPa
- M est le moment en kN.m
- I est le moment quadratique en m<sup>4</sup> égale à  $l_a \cdot h^3 / 12$
- h est l'épaisseur de la prédalle ici égale à 0.06 m

A partir des deux relations ci-dessus, la charge surfacique  $P_{eq}$  est déterminée en fonction de la contrainte obtenue numériquement et de la longueur du porte-à-faux :

$$P_{eq} = 1.20 * \frac{\sigma}{x^2}$$

Où

- $P_{eq}$  est la charge surfacique équivalente à définir en kN/m<sup>2</sup>
- x est la longueur du porte-à-faux en m
- $\sigma$  est la contrainte principale maximale de traction en fibre supérieure de la prédalle observée au droit de la lisse de rive en MPa (résultat issu des simulations numériques).

Cette étude va donc permettre de déterminer pour différentes valeurs de porte-à-faux la charge surfacique équivalente à la charge ponctuelle et ainsi être comparée uniquement aux cas de charges de constructions ( $Q_{s1}=1.5$  kN/m<sup>2</sup>) proposées par le CPT prédalles aux EUROCODES.

## 1.2. Propriétés des matériaux et conditions limites

La loi de comportement du béton utilisée dans les calculs numériques de cette étude est élastique linéaire. La classe de résistance du béton de cette prédalle, considérée à 28 jours dans cette étude, est C30/37 ( $E_{cm}=33$  GPa).

La prédalle repose sur quatre appuis simples linéiques comme représentée sur la Figure 1 et ceux-ci appliqués sur toute la largeur de la prédalle.

Une charge dite ponctuelle de 1 kN est en réalité appliquée sur une petite surface représentative du pied d'un ouvrier de 0.3 x 0.1 m<sup>2</sup> (cf. Figure 2).

### 1.3. Type de résultat observé

Comme évoqué précédemment, la contrainte principale maximale de traction en fibre supérieure de la prédalle sera relevée au droit de la lisse de rive (cf. Figure 3) pour chacun des six calculs numériques effectués dans cette étude (6 longueurs de porte-à-faux différents ont été étudiés 0.3 m, 0.33 m, 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m et 2.0 m). A noter que les valeurs importantes de porte-à-faux ci-avant ont été retenues uniquement pour réaliser le tracé de la courbe ci-après et son évolution et ne correspondent à aucun cas pratique.

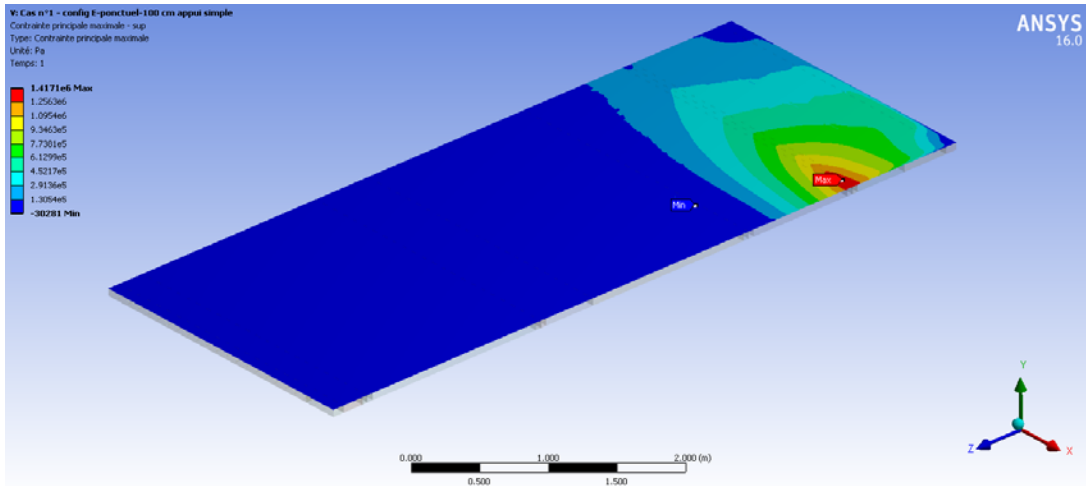


Figure 3 – Contrainte principale maximale de traction dans le cas d'un porte-à-faux de 1 m (ici  $\sigma_{\max}=1.417$  MPa).

Ces contraintes numériques,  $\sigma$ , associées à une longueur de porte-à-faux  $x$ , permettront ensuite de calculer la charge surfacique équivalente à l'aide de l'expression précédemment exposée et rappelée ci-dessous :

$$P_{eq} = 1.20 * \frac{\sigma}{x^2}$$



## 2. Analyses des résultats et conclusion

L'ensemble des charges surfaciques équivalentes à considérer en fonction de la longueur du porte-à-faux est regroupé dans le Tableau 1 et représenté sur la Figure 4.

x: Longueur du porte à faux en m	$P_{eq}$ : Charge surfacique équivalente au poids d'un homme de 100 kg [kN/m <sup>2</sup> ]
0.30	9.95
0.33	8.79
0.50	4.90
1.00	1.70
1.50	0.95
2.00	0.56

Tableau 1 – Valeurs de charges surfaciques obtenues en fonction de la longueur du porte-à-faux

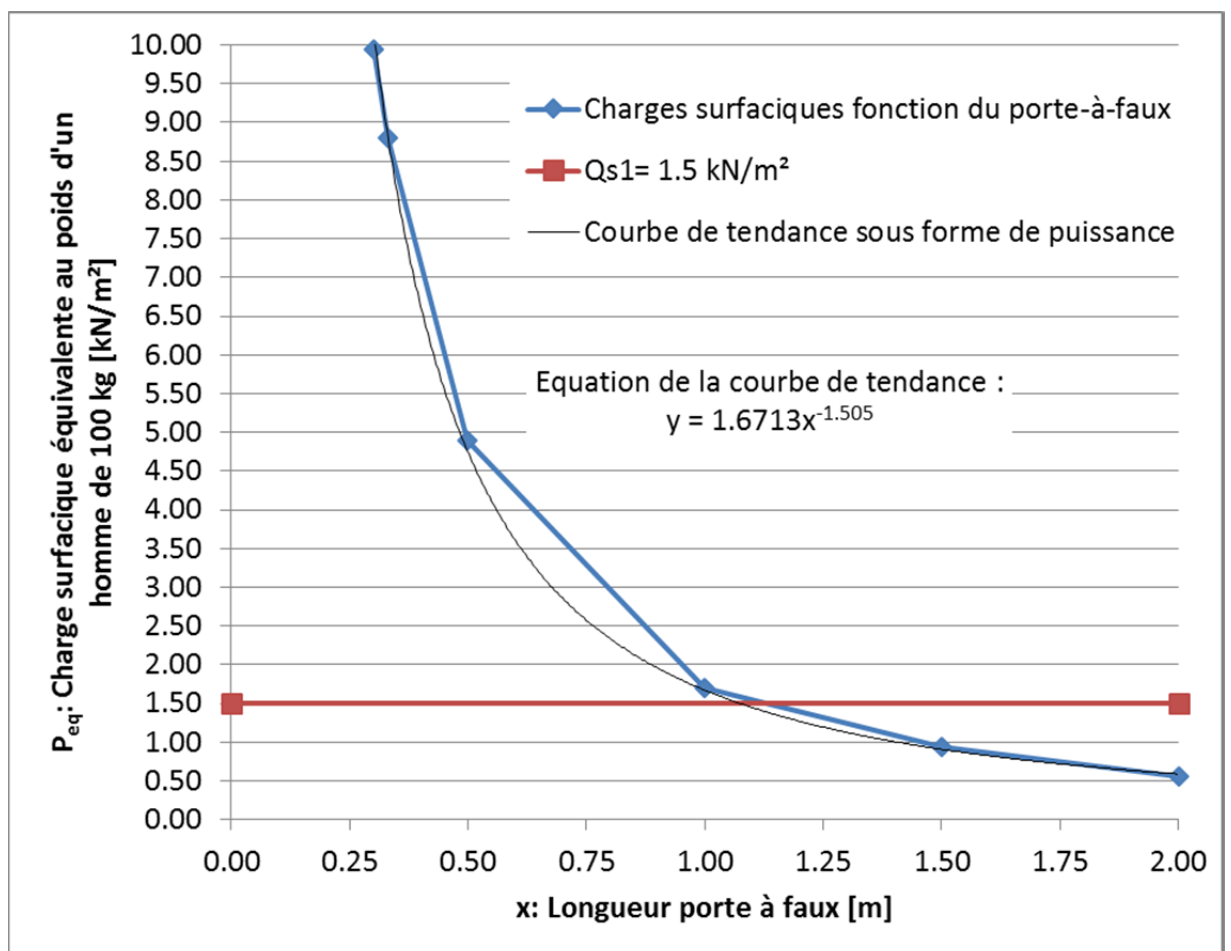


Figure 4 – Courbe représentant les charges surfaciques obtenues en fonction de la longueur du porte-à-faux

Au vu des résultats de la Figure 4, il est possible de dire que les charges de construction de  $1.5 \text{ kN/m}^2$  prévues par le CPT ne sont pas suffisantes pour le dimensionnement d'un porte-à-faux d'une longueur inférieure à environ  $1.1 \text{ m}$ .

Dans le cas de l'étude réalisée pour la FFB, une charge surfacique équivalente de  $8.79 \text{ kN/m}^2$  devrait être considérée pour vérifier le bon dimensionnement du porte-à-faux de  $33 \text{ cm}$  (cf. Figure 1).

Cette Figure 4 fournit donc des valeurs de charges surfaciques équivalentes au poids d'un homme d'environ  $100 \text{ kg}$  situé dans l'angle d'un porte-à-faux d'une longueur,  $x$ , d'une prédalle en phase provisoire qui permettront d'être utilisées dans une vérification complémentaire concernant le dimensionnement de ce porte-à-faux.

## Bibliographie

---

- [1] Note de Calcul n° 2014 CERIB 3965 - Etude numérique paramétrée montrant l'influence d'une dégradation des conditions d'appuis sur le comportement mécanique des prédalles précontraintes en phase provisoire – Propriété de la FFB
- [2] CPT TITRE II (PREDALLES) AUX EUROCODES

## Index des figures

---

Figure 1 – Répartition des lisses d'étaie et chargement ponctuel sur un porte-à-faux dans ce cas présent de 33 cm .....	7
Figure 2 – Schéma représentatif d'un ouvrier positionné dans l'angle du porte-à-faux d'une prédalle en phase provisoire .....	7
Figure 3 – Contrainte principale maximale de traction dans le cas d'un porte-à-faux de 1m (ici $\sigma_{\max}=1.417$ MPa). .....	9
Figure 4 – Courbe représentant les charges surfaciques obtenues en fonction de la longueur du porte-à-faux.....	11

## Index des tableaux

---

Tableau 1 – Valeurs de charges surfaciques obtenues en fonction de la longueur du porte-à-faux.....	11
---	----



## Charge surfacique équivalente au poids d'un ouvrier sur le porte-à-faux d'une prédalle en phase provisoire

(Complément à l'étude FFB – NC n° 2014 CERIB 3965)

Armand Leroux - Matthieu Scalliet

Ce document fait suite à l'étude du CERIB réalisée pour la FFB (Note de Calcul n° 2014 CERIB 3965) où l'influence d'une dégradation des conditions d'appuis sur le comportement mécanique des prédalles précontraintes en phase provisoire a été étudiée. Cette étude indique qu'il est nécessaire, en l'absence de précautions recommandées telles que la pose à bain de mortier ou un état d'appui surfacé au sens du DTU 21, d'effectuer la pose des prédalles avec lisses de rive avec une distance entre l'axe de ces lisses de rive et le nu du voile devant être inférieure à 30 cm.

Les entreprises souhaitent disposer la lisse de rive en retrait, à quelques dizaines de centimètres de l'élément porteur. La prédalle se trouve alors en porte-à-faux au-delà de la lisse. La charge de chantier  $Q_{s1} = 1,5 \text{ kN/m}^2$  n'étant pas représentative des charges ponctuelles correspondant au passage des ouvriers, il est nécessaire de définir une charge surfacique équivalente pour vérifier, en phase provisoire, la résistance de l'élément dans cette configuration d'appui.

Cette étude fournit donc des valeurs de charges surfaciques équivalentes au poids d'un homme d'environ 100 kg situé dans l'angle d'un porte-à-faux d'une longueur  $x$ , d'une prédalle en phase provisoire qui permettront d'être utilisées dans une vérification complémentaire concernant le dimensionnement de ce porte-à-faux.

### *Equivalent surface load to the self-weight of a builder on the cantilever of a prestressed floor plate in phase of execution*

*(A complement to the FFB study - NC No. 2014 CERIB 3965)*

*This document follows the CERIB study conducted for the FFB (Report No. 2014 CERIB 3965) in which the influence of a possible deterioration of the conditions of support on the mechanical behavior of a prestressed floor plate in phase of execution was studied. This study indicates that it is necessary, in the absence of recommended precautions such as a mortar bed or a surfaced support state according to DTU 21, to support the prestressed slabs on a propping line whose axis is separated from the wall up to 30 cm.*

*The prestressed element is then cantilevered on the props. In this case, the execution load  $Q_{s1} = 1.5 \text{ kN/m}^2$  is not anymore representative of the point load corresponding to the passage of the builders on the cantilever, and it is necessary to define another equivalent surface load  $Q_{s1}$  to check the resistance of the element in this provisional phase.*

*This study therefore provides values of equivalent surface load  $Q_{s1}$  corresponding to the weight of a man of about 100 kg located in the corner of this cantilever with a variable span "x", that will be used in the design of the product in the execution stage as an additional verification.*



Normalisation - Certification - Management de la qualité  
356.E



Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton  
1 rue des Longs Réages  
CS 10010 - 28233 Épernon cedex  
Tél. 02 37 18 48 00 - Fax 02 37 83 67 39 - cerib@cerib.com  
[www.cerib.com](http://www.cerib.com)