

INTERPRETATION DE LA DISTRIBUTION ET DE L'ORIENTATION DES FIBRES ET LEURS CONTRIBUTION À LA RÉSISTANCE AU POINÇONNEMENT DES DALLES EN BÉTON FIBRÉ

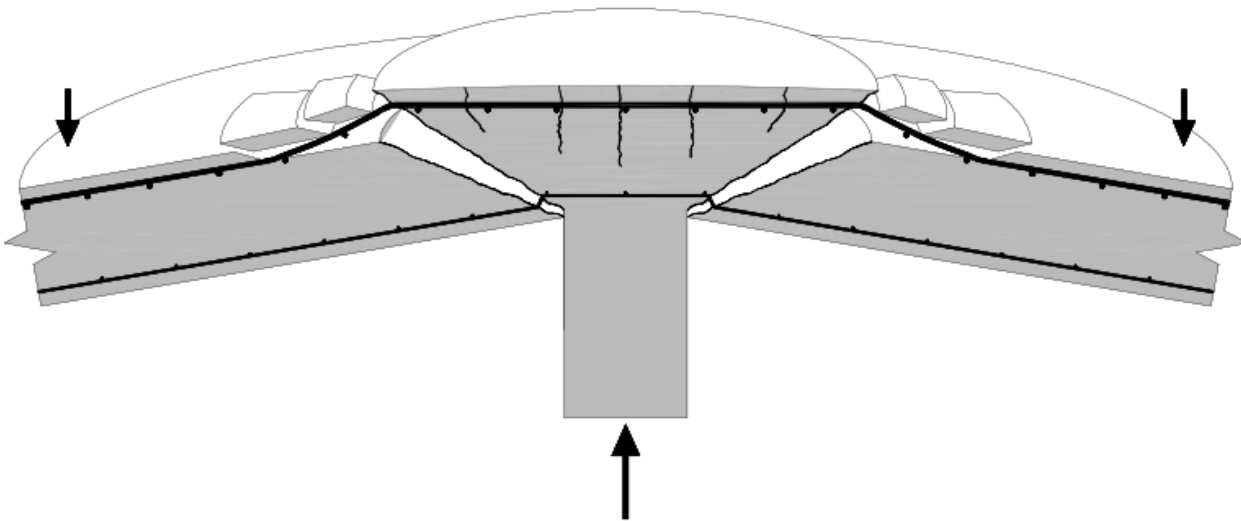
Alexis Blaise TALLA SIMO alexis.talla\_simo@ens-paris-saclay.fr

Encadré par : Prof Dr Aurelio MUTTONI - Mr Diego HERNÁNDEZ (EPFL) - Prof Fabrice GATUINGT (ENS)

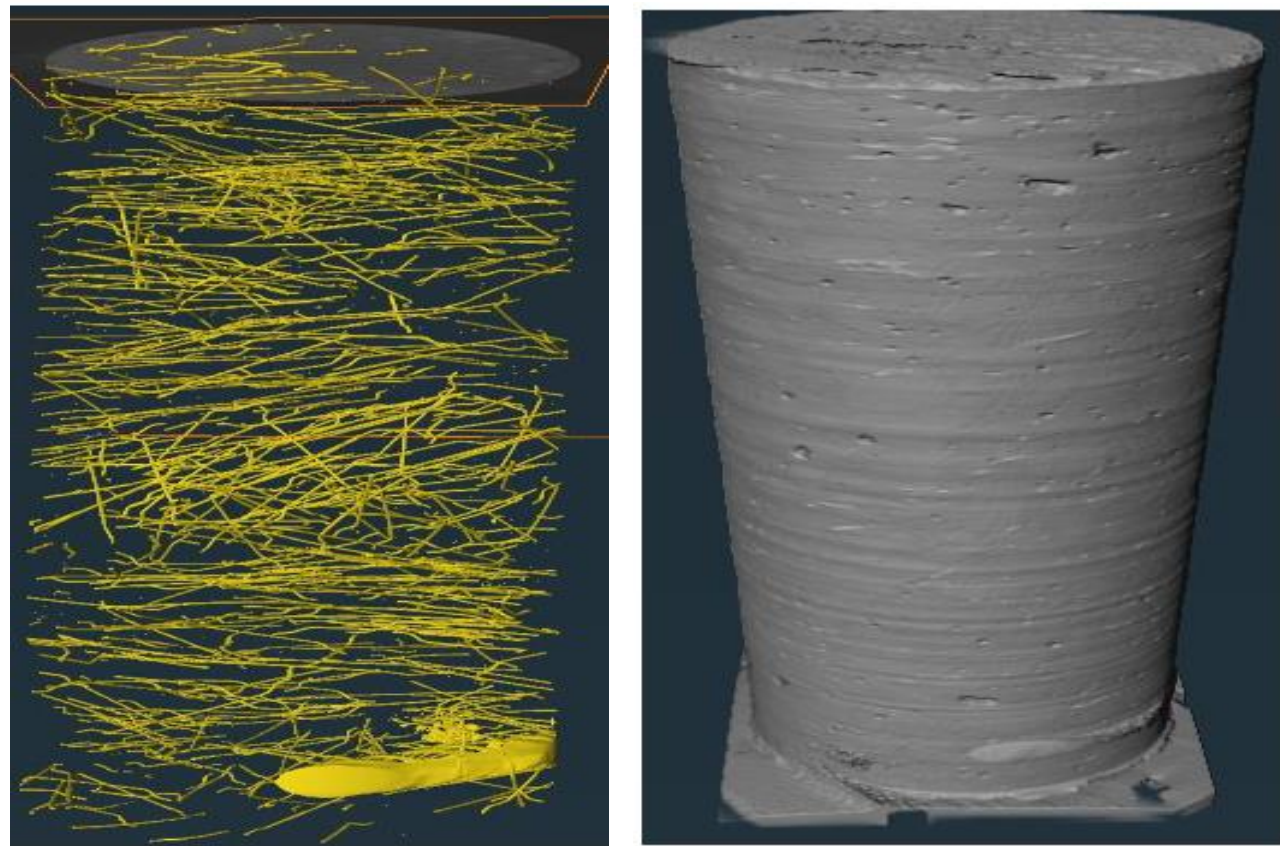
Introduction / Objectif de l'étude

Afin d'améliorer la résistance au poinçonnement des dalles plates en béton armé, ce dernier peut être renforcé par des fibres en acier. Ceux-ci ont pour avantage de couvrir les microfissures développées lors de la déformation de la dalle. La participation de ces fibres est fortement liée à la distribution et l'orientation des fibres dans la matrice de béton. A cet effet, notre étude avait pour objectif de:

- faire une étude sur l'état des connaissances existantes concernant les bétons fibrés,
- faire une analyse géométrique de l'orientation des fibres dans la matrice par scan tomographique,
- Déterminer la contribution des fibres à la résistance au poinçonnement.

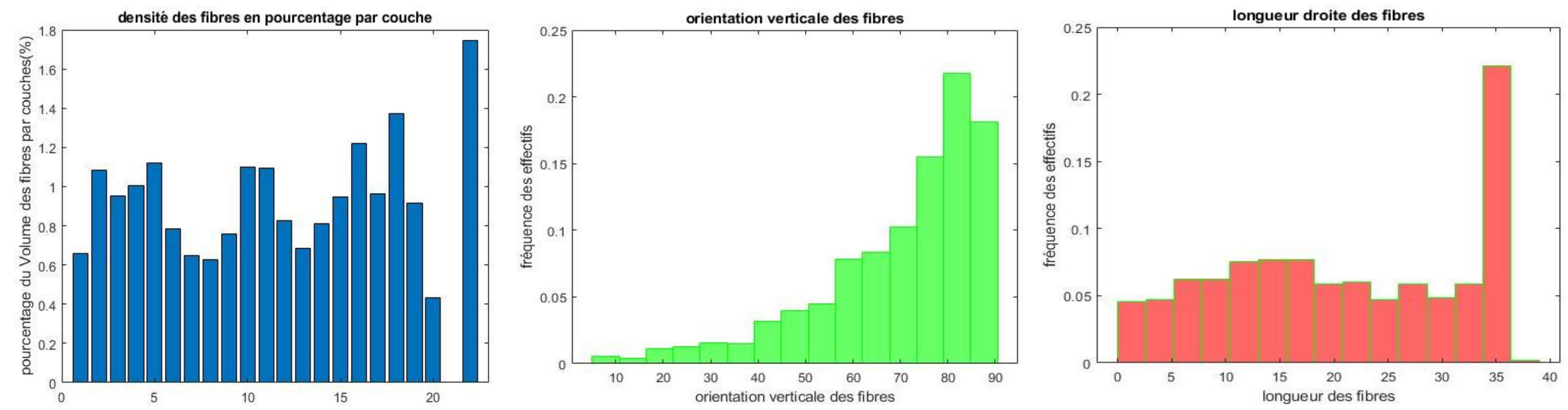


**Rupture par poinçonnement d'une dalle :**  
Le poinçonnement est un type de rupture des dalles en béton armé soumises à des forces locales élevées. Dans les dalles plates cela se produit aux points d'appuis des poteaux.



Analyse géométrique de la distribution des fibres dans la matrice

Des carottes de dalle ont été prélevées au voisinage de la zone de rupture de la dalle. **Méthode d'analyse** : analyse non destructive par scan tomographique au rayon X. **Logiciels utilisés** : AVZO pro pour la reconstruction 3D des slices et Matlab pour le traitement des données. **Spécimens concernés** : 9 types de dalles avec respectivement : 0%; 0,5% et 1% de fibre puis 68, 125 et 250 mm de hauteur. **Résultats obtenues** : les histogrammes ci-dessous représentent les résultats qui ont été obtenus pour un échantillon.



Histogrammes des densités de fibre, de l'orientation et de la longueur pour une éprouvette de 250 mm avec 1% de fibre

**Remarque** : Ces histogrammes montrent des tendances très proche de ce que nous espérions avoir, nous constatons que la majorité des fibres ont leurs longueur entière et l'orientation suit une loi assez croissante indiquant également que les fibres sont soumises à l'effet des parois.

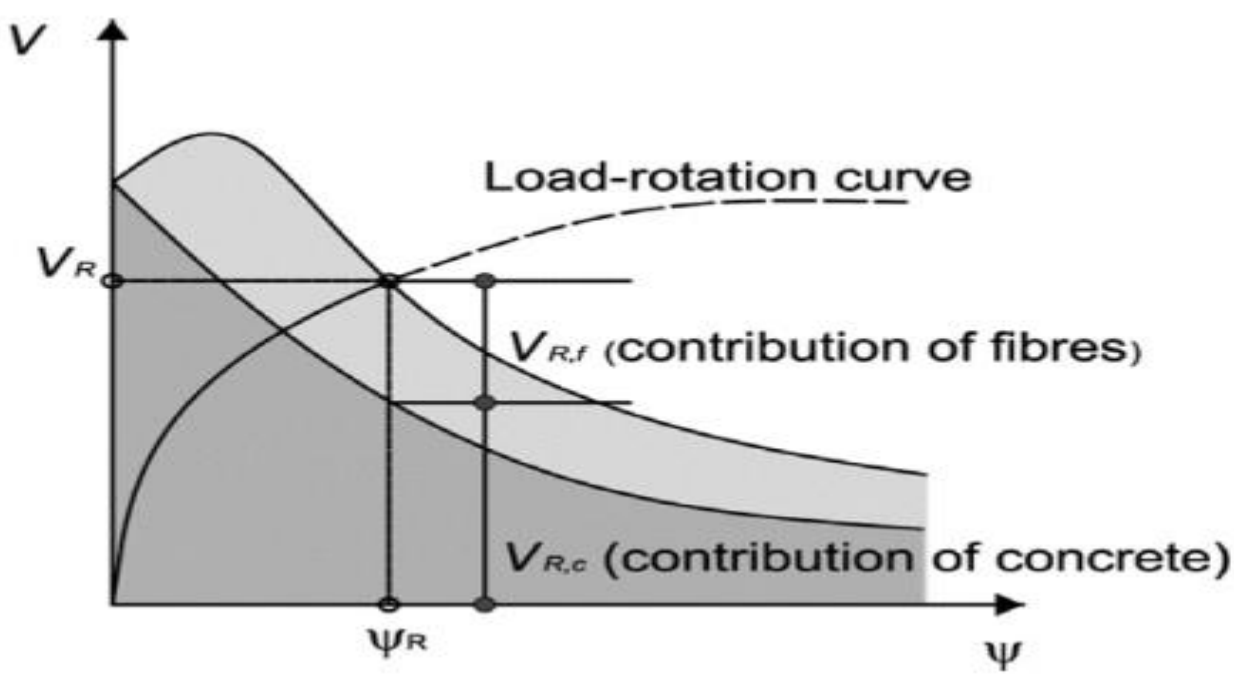
Contribution des fibres à la résistance au poinçonnement des dalles

**Modèle 1** :  $V_{sf} = f_{ftk, res} \times A_p$   
 $f_{ftk, res} = \eta_0 \times V_f \times \sigma_{ftk, mid}$   
$$\begin{cases} \eta_0 = \frac{4}{3}\alpha - \frac{1}{3} & \text{si } 0,5 < \alpha < 0,8 \\ \eta_0 = \frac{2}{3}\alpha & \text{si } 0,3 < \alpha < 0,5 \\ \eta_0 = \frac{1}{3} & \text{sinon avec } \alpha = \cos \theta \end{cases}$$
  
$$\sigma_{ftk, mid} = \tau_o \left[ 1 + Le \cdot w + \frac{w_{db}}{Le} \right]$$

**Modèle 2** :  $V_{sf} = f_{ftk, res} \times A_p$   
 $f_{ftk, res} = K_f \alpha_f \rho_f \tau_b$   $\tau_b = k_b \sqrt{f_c}$   
$$K_f = \frac{1}{\pi} \arctan \left( \alpha_e \frac{w}{d_f} \right) \left( 1 - \frac{2w}{l_f} \right)^2$$
  
$$\alpha_f = \frac{l_f}{d_f} \quad \alpha_e = 3,5 \quad K_b = 0,8$$
  
$$w = \psi kd$$

**Modèle 3** :  $V_{sf} = T_{sf} \times \cos \theta$   
$$T_{sf} = \frac{\sigma_{max}^{st} \times b_f (d - C_u)}{\sin \theta}$$
  
$$\sigma_{max}^{st} = 0,41 \tau_{sf} F$$
  
$$b_f = (p_o + 3\pi d)(1 - 0,55F)$$
  
$$F = \frac{\rho_f V_f l_f}{d_f C_u} = \frac{\rho_s f_y d}{(2/3) f_{ck}}$$

Nous avons utilisé les 3 modèles ci-dessus retrouvés dans la littérature pour de déterminer la contribution des fibres



**Comportement après fissuration du béton renforcé par des fibres :**  
contribution de la matrice et des fibres  
$$V_n^{sf} = V_c + V_{sf}$$

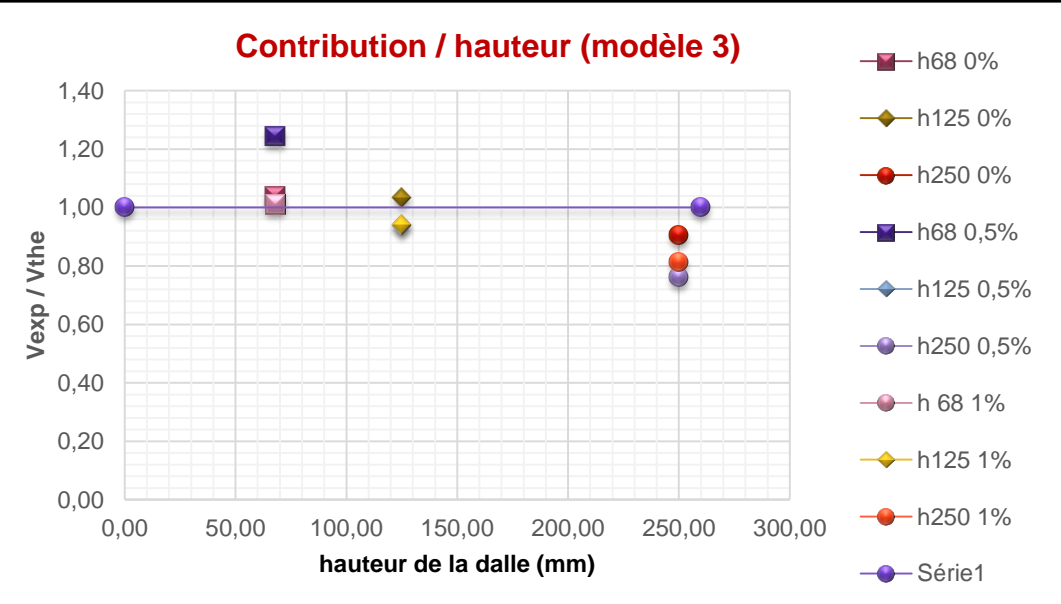
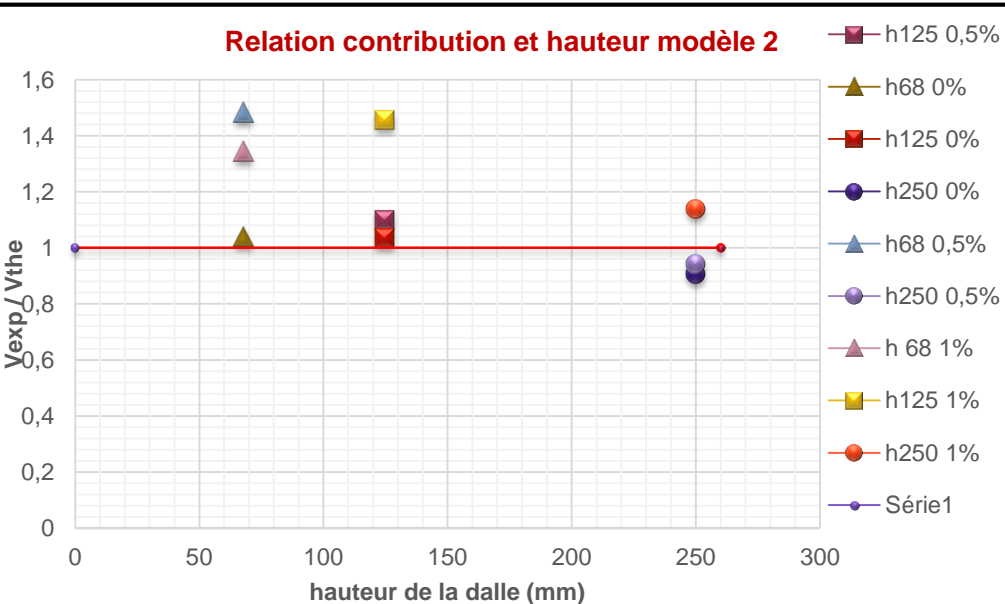
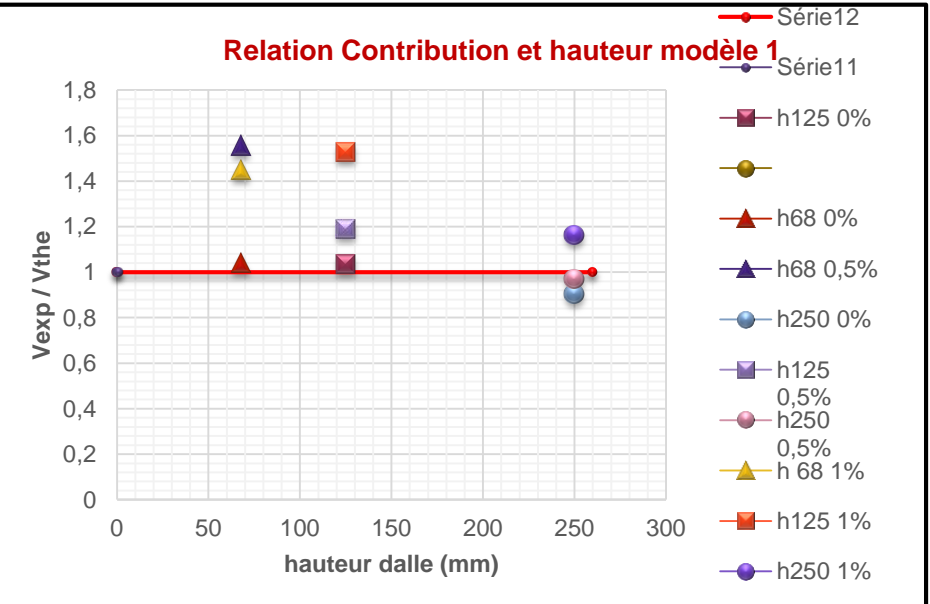


Figure illustrant les résultat obtenus pour chaque modèle en terme de rapport de la contribution expérimentale sur celle théorique. Tableau statistique global d'analyse

**Conclusion** : Au regard des résultats obtenus, le modèle 2 est assez acceptables car les paramètres de calcul ont été bien maitrisés contrairement au modèle 1. De plus ce modèle prend effectivement en compte l'orientation réelle des fibres dans la matrice. Le modèle 3 fourni également de très bon résultats. Nous pouvons aussi noter que les résultats des grandes dalles sont très bons

Analyse statistique de (Vexp/Vthe)			
Modèle	Modèle 1	Modèle 3	Modèle 2
Moyenne	1,20	1,16	0,97
Ecart type	0,25	0,22	0,03
Erreur relative (%)	20,31	16,00	3,42
Coefficient de variation	0,21	0,19	0,03
Contribution des fibres (%)	6,52	11,03	39,71

[1] Muttoni, A. (2020, 01 10). Punching shear strength of reinforced concrete slabs without transverse. *ACI Structural Journal, Excel sheet, USA*

[2] Muttoni, A., & Guandalini. (2017). Size effect in shear and punching shear failures of concrete members without transverse reinforcement: Differences between statically determinate members. *Structural concrete*, 1-

[3] Muttoni, A., & Ruiz, F. (2018). Validation of the Critical Shear Crack Theory for punching of slabs without. *Structural Concrete*, 191-216.