



Des prémurs pour structures étanches ?

Les prémurs sont particulièrement prisés sur chantier aujourd'hui, puisqu'ils permettent de réduire drastiquement les coûts et la durée de construction. Leur mise en œuvre engendre toutefois des problématiques spécifiques, notamment lorsqu'ils sont utilisés pour la réalisation d'une structure 'étanche'.

T. Lonfils, dr. ir., chef de projet senior, laboratoire 'Structures et systèmes de construction', CSTC
J.-F. Rondeaux, dr. ir.-arch., chef de projet, laboratoire 'Structures et systèmes de construction', CSTC

Avantages et risques relatifs à la mise en œuvre de prémurs

Historiquement, les divers éléments structurels en béton (radier, voile, hourdis, ...) sont coffrés puis coulés sur chantier. Cette technique est encore largement employée, car on ne peut l'éviter dans certains cas. Elle est de plus en plus souvent remplacée par l'**utilisation d'éléments préfabriqués**.

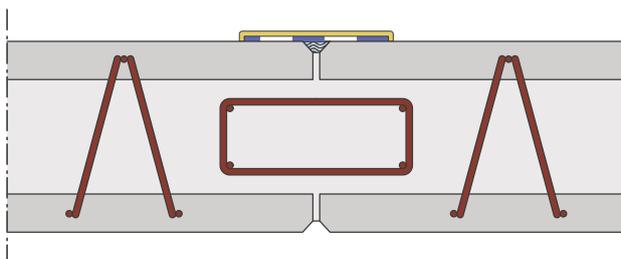
Composés de deux parois minces en béton reliées par des raidisseurs, les prémurs sont préfabriqués en conditions contrôlées en dehors du chantier. Ils sont positionnés, fixés puis remplis de béton frais sur place, afin de former des **parois monolithiques**. Cette technique apporte assurément une plus-value à différents niveaux :

- une meilleure maîtrise de la qualité du produit, du fait d'un environnement et d'un processus de fabrication contrôlés
- un gain de temps sur chantier, grâce à un assemblage facilité
- une réduction et un meilleur respect des délais d'exécution
- une amélioration des conditions de travail et de sécurité.

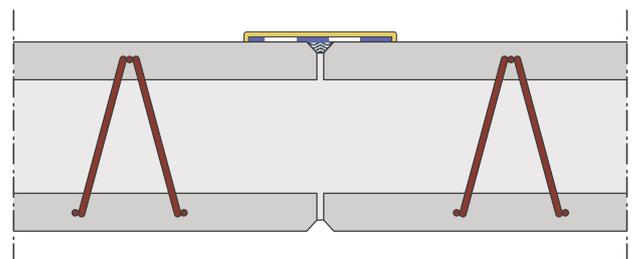
Les avantages indéniables de la préfabrication s'accompagnent cependant de risques liés non seulement au comportement des éléments préfabriqués, mais aussi à leur mise en œuvre (exécution des jonctions, remplissage du béton, ...). Ainsi, en ce qui concerne les ouvrages devant respecter une étanchéité de classe 1 (où un certain débit de fuite est toléré), voire de classe 2 (où aucune fuite n'est acceptée), les détails constructifs visant à obtenir une **étanchéité suffisante au droit de la jonction entre les prémurs** ne font pas encore l'unanimité. Les recommandations relatives aux armatures ou aux joints d'étanchéité (barrières étanches placées entre deux phases de bétonnage) s'avèrent limitées et, de surcroît, parfois contestées. C'est particulièrement le cas des règles spécifiques à l'épaisseur minimale permettant de garantir l'étanchéité.

Etude prénormative

Dans le cadre de l'étude prénormative WASH II, le CSTC a émis des recommandations basées sur une évaluation



1 | Connexion de deux prémurs par une cage d'armature.



2 | Connexion de deux prémurs sans armature au droit de la jonction.



précise des contraintes internes générées au sein de ces structures. Un modèle numérique avancé a été développé et exploité pour analyser les connexions 'voile-voile' entre les prémurs. Ce modèle peut servir à simuler le **risque de fissuration des structures à la suite du retrait de séchage**.

Grâce à l'analyse numérique, il a été possible d'identifier l'impact des paramètres à l'origine de la fissuration des structures composées de prémurs sur le très long terme. De nombreux paramètres ont été étudiés :

- le taux d'armature de la connexion entre les prémurs
- l'humidité relative extérieure, qui détermine la rapidité et l'importance du retrait de séchage
- le phasage du coulage du béton
- l'adhérence entre les phases de bétonnage entre le prémur et le béton coulé, d'une part, et entre deux phases de bétonnage, d'autre part.

Attardons-nous sur l'impact du **taux d'armature au droit de la connexion entre les prémurs**, laquelle est généralement mise en place pour assurer le chevauchement des armatures en provenance des deux parois. L'impact de deux types de connexions a été évalué au travers de l'analyse numérique :

- celui d'une connexion entre prémurs typiquement utilisée sur chantier, consistant en une cage d'armature composée de cadres de 10 mm de diamètre disposés tous les 150 mm (voir figure 1 à la page précédente)
- celui d'une connexion sans cage d'armature, où la jonction entre deux prémurs est obtenue par la seule continuité du béton coulé (voir figure 2 à la page précédente).

Dans les deux cas, l'étanchéité est assurée par un dispositif externe spécifique.

Les analyses effectuées révèlent que les parois réalisées à l'aide de prémurs ne se comportent en aucun cas comme

des structures monolithiques. En effet, les voiles préfabriqués ne sont pas ou très peu fissurés, alors que le béton coulé *in situ* subit le retrait empêché et donc la fissuration.

Opter pour un taux d'armature élevé permet de contrôler la fissuration entre les prémurs, mais ce choix augmente le niveau de restriction du retrait et, par conséquent, le risque de fissuration du béton coulé sur place (voir figure 3). A l'inverse, en choisissant un taux d'armature plus faible, ce risque diminue pour le béton, mais il augmente au droit de la jonction entre les prémurs.

Un autre constat important qui découle de l'analyse numérique effectuée est celui du **risque de fissuration à long terme**. Le retrait de séchage est effectivement un phénomène pouvant prendre plusieurs dizaines d'années avant d'atteindre un équilibre hydrique. Cet aspect doit être pris en considération lors de la conception et la mise en œuvre des murs. La question de la fissuration des voiles en béton fait d'ailleurs actuellement l'objet d'une étude prénormative (Reinforce) menée par le CSTC.

Conclusion

Si l'on prévoit l'utilisation de prémurs pour l'exécution de structures étanches, il est nécessaire :

- d'assurer la **continuité des armatures** au niveau des connexions entre les prémurs. Le bureau d'études, par exemple, doit prêter une attention particulière au dimensionnement des armatures de liaison
- de garantir l'**étanchéité au droit des joints verticaux**, tant au niveau de la jonction entre deux prémurs (recouvrement par une bande d'étanchéité bitumineuse, par exemple) qu'à celui des jonctions dans le béton frais (armatures de liaison, telles que des feuillards). ◆

3 | Armature du béton coulé *in situ* entre prémurs, et fissuration caractéristique.

