

## L'armature en fibres de verre Schöck Combar, au service du système d'imagerie médicale et d'irradiation "MRIdian Linac" de l'Institut Paoli-Calmettes de Marseille

L'Institut Paoli-Calmettes (IPC) de Marseille fait partie des 20 centres régionaux de lutte contre le cancer, avec cette spécificité d'avoir accueilli fin 2018 un appareil dernière génération en matière de radiothérapie adaptative : le "MRIdian Linac". Son installation inédite en France, alors que 15 seulement sont actifs ou en projet dans le monde, a nécessité la mise en œuvre de l'armature en fibres de verre Schöck Combar, pour ses qualités amagnétique et non électro-conductrice.

Schöck dévoile ainsi un autre secteur d'application de sa solution d'armature et conforte son expertise, illustrée lors de projets de restauration du patrimoine, comme l'église de Givrand, ou de génie civil avec la construction de tunnels du Grand Paris Express.



© Schöck-Bauteile GmbH

*L'armature en fibres de verre Schöck Combar ouvre de nouvelles possibilités pour les réalisations où l'acier à béton se voit proscrire.*

### Un appareil high tech révolutionnaire de plusieurs tonnes...

Le "MRIdian Linac" du fabricant ViewRay s'avère l'un des premiers appareils à l'échelle mondiale à fournir en temps réel des images haute précision de l'intérieur du corps à l'aide de la tomographie par résonance magnétique. L'irradiation ne cible que la tumeur, avec la capacité de la suivre même si l'organe visé se déplace en raison de la respiration, préservant ainsi les tissus environnants et réduisant les risques d'effets secondaires : un atout indéniable dans le traitement des

formes de cancer des tissus mous (tumeur mobiles) comme le cerveau, les poumons ou le tube digestif.

Fruit d'un investissement de 8,2 millions d'euros, ce fleuron de la radiologie se devait de bénéficier d'un socle durablement résistant et amagnétique pour soutenir ses 10 tonnes (dont 3 400 kg d'aimants supraconducteurs).



© ViewRay



© ViewRay

*Pour irradier avec précision les tumeurs mobiles, le "MRIdian Linac" conjugue imagerie en temps réel à l'aide de la tomographie par résonance magnétique et accélérateur de particules linéaire (Linac).*

## ... porté par un complexe d'armatures Schöck Combar en fibres de verre

Ainsi pour reprendre la charge de 2 400 kg/m<sup>2</sup> requise pour ce type d'ouvrage, la dalle a été renforcée avec l'armature en fibres de verre Schöck Combar.

« Le MRidian Linac émet un puissant champ magnétique et se révèle très sensible aux perturbations électromagnétiques qui peuvent altérer la précision de l'imagerie », explique Jean-Luc Galéa en charge de la construction de la salle de traitement de l'IPC, conçue par l'architecte Jean-Marc Hullet. Et de poursuivre : « Aucun matériel contenant du fer ne doit être utilisé dans la zone de sécurité, ladite ligne de 5 Gauss autour de l'appareil, prérequis s'appliquant aussi à l'armature du béton. Nous avons donc misé sur Schöck Combar en matériau synthétique renforcé de fibres de verre qui répond à toutes les exigences techniques tout en détenant des certifications fiables. »

En effet, Combar (de "composite rebar", barres d'armature en composite) a été développé par Schöck dès les années 1990 comme solution de remplacement de l'acier dans le béton. Les barres de diamètre de 8 à 32 mm possèdent une résistance de calcul à la traction, pour une durabilité de 100 ans dans le béton, certifiée à 445 N/mm<sup>2</sup>. Ces valeurs ont obtenu l'homologation technique générale du Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt), procédure semblable à celle de l'Évaluation Technique Européenne (ETE).

Amagnétique et non aimantable, Schöck Combar n'est pas électro-conducteur et présente une conductivité thermique très faible, ce qui l'impose comme solution idéale en secteur hospitalier (IRM) où il ne doit y avoir ni courant d'induction ni entrave aux appareils médicaux sensibles.

Une cavité octogonale de 5 400 mm de diamètre, profonde de 600 mm, a été préalablement creusée (plus de 35 tonnes de béton ont été évacuées à cette occasion) dans la dalle béton existante de la salle de traitement du MRidian Linac. Ensuite, des scellements ont été exécutés sur les parties hautes, intermédiaires et basses des huit côtés. Sur chaque

arête de coupe haute et basse, 9 barres Schöck Combar de 12 mm de diamètre et 1 000 mm de longueur sont venues se positionner pour servir d'ancrages d'armature. Puis, à mi-hauteur, 5 barres de diamètre 34 mm et 450 mm de longueur permettent de reprendre les charges de cisaillement.

« Nous avons installé des treillis Schöck Combar de 12 mm de diamètre qui servent d'armatures inférieures et supérieures », explique l'entrepreneur Stéphane Roldan. « Les tiges sont solides et pourtant facilement usinables. Les clips, les serre-câbles et les écarteurs en plastique fournis ont simplifié le montage, permettant un travail à la fois rapide et précis. »

Il a suffi ensuite de couler le béton pour reconstituer le radier, en quelques jours seulement et en milieu occupé : une performance rendue possible grâce à la mise en œuvre facilitée des armatures Schöck Combar qui, avec une densité de 2,2 gr/cm<sup>3</sup>, s'avèrent nettement plus légères que l'acier (7,85 gr/cm<sup>3</sup>). Notons par ailleurs qu'elles se distinguent aussi par leur résistance aux produits chimiques et leurs propriétés anticorrosion.

Avec cette nouvelle réalisation au cœur de l'Institut Paoli-Calmettes de Marseille, Schöck Combar élargit encore son champ d'applications pour remplacer l'acier là où celui-ci atteint ses limites.

### Comparaison entre acier et Schöck Combar

Propriétés du matériau pour les barres droites	Acier HA NF A 35-016	Schöck Combar® selon la norme EC 2
Limite d'élasticité $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	500	≥ 1000
Valeur de dimensionnement de la limite d'élasticité $f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	435	≥ 445
Module d'élasticité en traction E (N/mm <sup>2</sup> )	200.000	60.000
Contrainte d'adhérence $f_{ctd}$ (béton standard) (N/mm <sup>2</sup> )	selon la BAEL99/EC2	jusqu'à C40/50 comme pour l'acier HA > C40/50 $f_{ctd} = 3,7$
Enrobage béton $c_{min}$ (mm)	selon la BAEL99/EC2	$d_s + 10$
Résistance spécifique ( $\mu$ 12cm)	$1,2 \times 10^4$	$> 10^{12}$



1 Une cavité octogonale d'un diamètre de 5 400 mm et d'une profondeur de 600 mm a été conçue, avec des perçages sur les côtés pour installer les nouveaux ancres d'armatures Schöck Combar.



2 Le nouveau renforcement inférieur de la dalle comprend 72 barres Schöck Combar en fibres de verre, montées en treillis de 12 mm de diamètre.



3 Une fois les ancres d'armatures Schöck Combar posés, les écarteurs simplifient le montage du treillis d'armature supérieur.



4 À l'issue de la mise en œuvre des armatures Schöck Combar, la dernière étape consiste à couler le béton.

**Une expertise hors pair...** Schöck France, filiale basée à Entzheim (près de Strasbourg), développe et commercialise un ensemble de solutions ultra-performantes de traitement de ponts thermiques. La gamme Schöck Rotherma® / Isokorb® répond aux différents défis des constructions en proposant des solutions sur mesure pour des liaisons béton-béton, béton-acier, acier-acier ou encore béton-bois.

Schöck affiche un chiffre d'affaires annuel de 179,9 millions d'euros en 2017 et une présence commerciale dans 31 pays.