

PAGEL[®] Mortiers et Bétons Spéciaux

Nouvelle Gamme PAGEL[®] V2 Procédé CARBOREFIT[®]

14 mars 2024

Raoul Six

PAGEL[®]
Spezial-Beton

PAGEL® V2

MORTIERS ET BÉTONS

- AUTOPLAÇANTS
- RETRAIT COMPENSÉ
- **PRISE RAPIDE**



PAGEL® V2: UNE GAMME COMPLÈTE

Mortier **PAGEL V2/20:**

granulométrie 0 à 2mm

Microbéton **PAGEL V2/50:**

granulométrie 0 à 5mm

Béton **PAGEL V2/160:**

granulométrie 0 à 16mm

PAGEL® V2: OBJECTIF INITIAL

- › Résistance à la compression:
 - > 15MPa à 2h
même par basse température
 - > 45MPa à 1jour



PAGEL® V2: RÉSULTAT ATTEINT

Résistance à la compression*:

> 30MPa à 2h

> 60MPa à 1jour

> 95MPa à 28jours

* Résultat des contrôles fabrication



INTÉRÊT

- › Eliminer les temps d'attente avant décoffrage
- › Par temps froid travailler la journée et être hors gel la nuit
- › Réduire le délai avant mise en charge
- › Dans le cas de travail en poste gagner 1 à 2 rotations d'équipes

PAGEL® V2: AUTRES CARACTÉRISTIQUES

Fluidité élevée

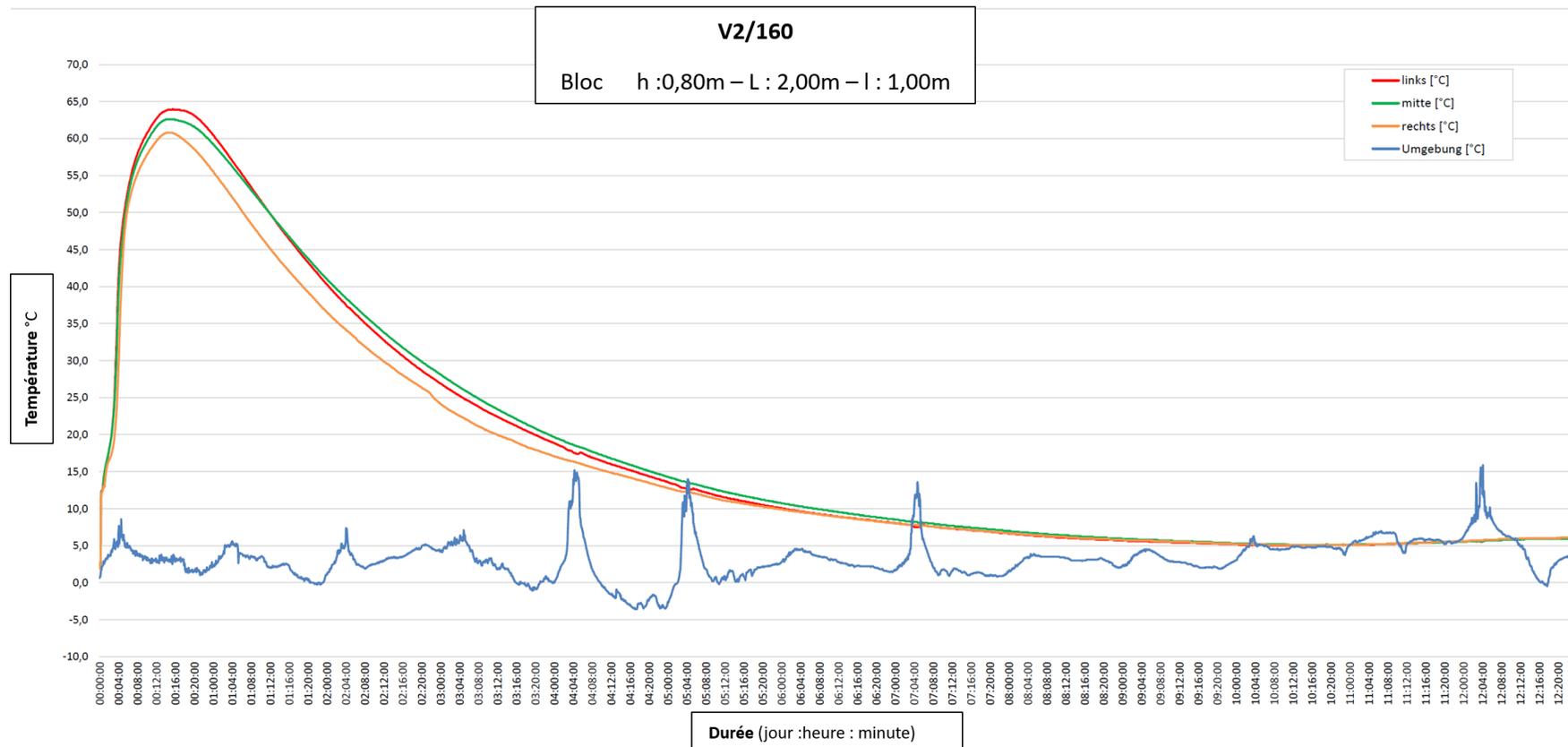
	Essai d'étalement[mm]
V2/20	≥650*
V2/50	≥ 700
V2/160	≥ 700

- > contrôle de l'étalement 5 minutes après mélange
- > essai suivant EN 12350-5 avec 3l de béton
 - * V2/20 suivant EN 1015-3
- > + contrôle de l'absence de ségrégation



AUTRES CARACTÉRISTIQUES

**Faible exothermie en phase de prise,
même sur fortes épaisseurs**

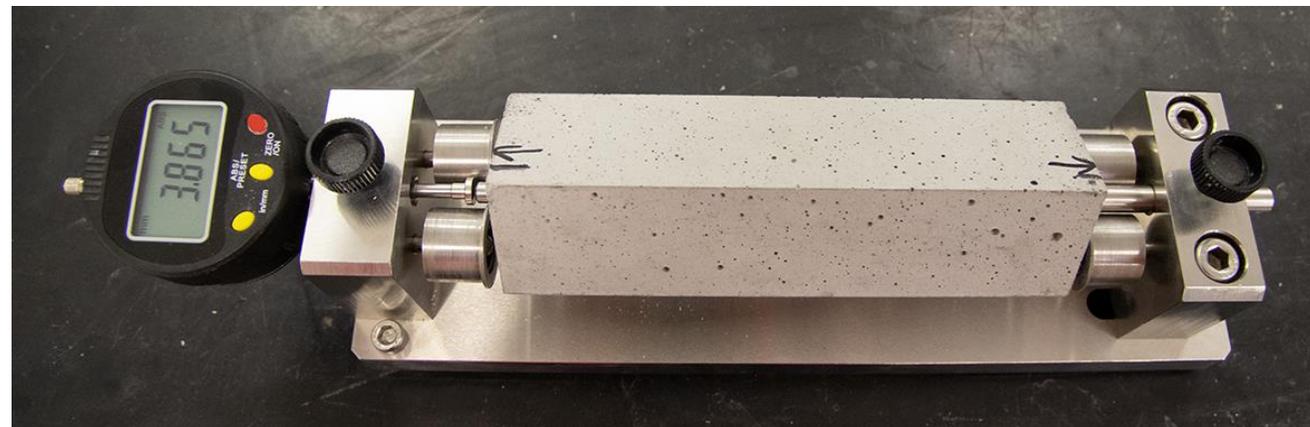


AUTRES CARACTÉRISTIQUES

Retrait hydraulique à 91j particulièrement faible

	Retrait à 91j
V2/20	$\leq 0,13 \text{ mm/ml}$
V2/50	$\leq 0,12 \text{ mm/ml}$
V2/160	$\leq 0,13 \text{ mm/ml}$

Béton standard:
0,8mm/ml à 1mm/ml

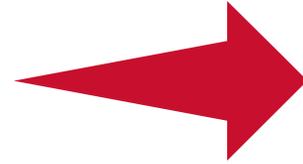


CARACTÉRISTIQUES

- › Résistances élevées à jeune âge (et à 28j)
 - Humidité résiduelle <4% à 24h
- › Fluidité élevée
 - › Fluidité maintenue pendant 30'
- › Faible exothermie
- › Retrait compensé (→ contraction Le Chatelier)
- › Retrait hydraulique particulièrement faible
- › Très faible porosité
 - Excellente résistance à la pénétration des chlorures
 - Excellente résistance aux cycles gel/dégel et aux sels de déverglaçage
 - Imperméabilité aux huiles et hydrocarbures
- › Pompable, même pour le béton V2/160
- › Tenue au feu A1

DOMAINES D'UTILISATION

- › Faible exothermie
- › Très faible retrait



Grande plage d'utilisation

	Epaisseurs conseillées
V2/20	6mm à 8cm
V2/50	2cm à 20cm
V2/160	8cm à 64cm

DOMAINES D'UTILISATION



- › Scellements d'ancrage
- › Calage de machines, calages appareils d'appuis
- › Réparation de structures

	Scellement EN 1504-6	Calage P18 821	Réparation EN 1504-3
V2/20			
V2/50			 Classe R4
V2/160			 Classe R4

PAGEL® V2/50

- › L'unique microbéton à prise rapide
 - › Certifié NF en calage
 - › Certifié NF en réparation (Classe R4)
 - › **Classe C70/85 -XC4, XD3, XS3, XF4, XA3**



4 Exemples

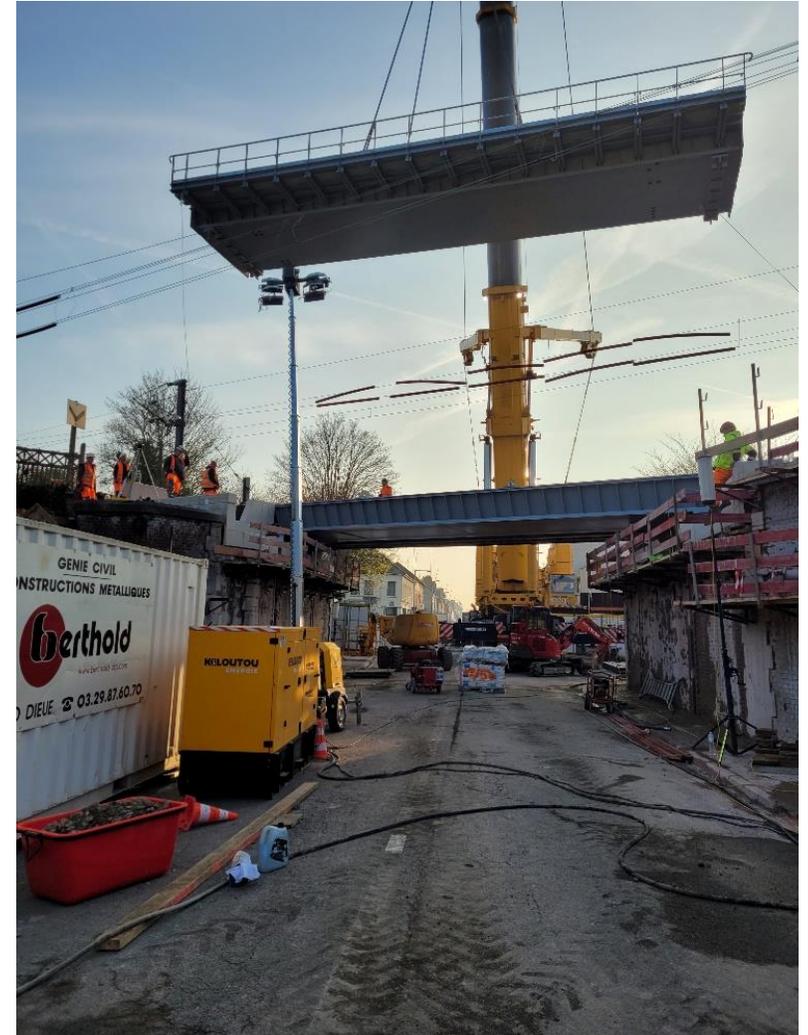
Calage lors d'une Opération Coup-de-Point

Remplacement de pont-rail à Tergnier (02)

- OCP de 72h
- Calage des appuis sur le chemin critique



Mortier de calage à prise rapide



Calage lors d'une OCP

Remplacement de pont-rail à Tergnier

➤ Espace disponible réduit



PAGEL V2/50
Mise en place par pompage



Calage ouvrage métallique

PRA AVESNELLES
(59)

- Ouvrage métallique
- Portée: 85m
- 4 bossages d'appuis
- Pose en août



Risque de dilatation
thermique de l'acier



Calage ouvrage métallique

PRA AVESNELLES

Le + grand bossage:
 $1,80\text{m} \times 1,80\text{m} \times 0,20\text{m} = 700\text{litres}$

Choix du
PAGEL® V2/50



Calage ouvrage métallique

PRA AVESNELLES

700 litres coulés en <30' → 2 pompes + 4 malaxeurs



Clavage entre ancien et nouveau tablier

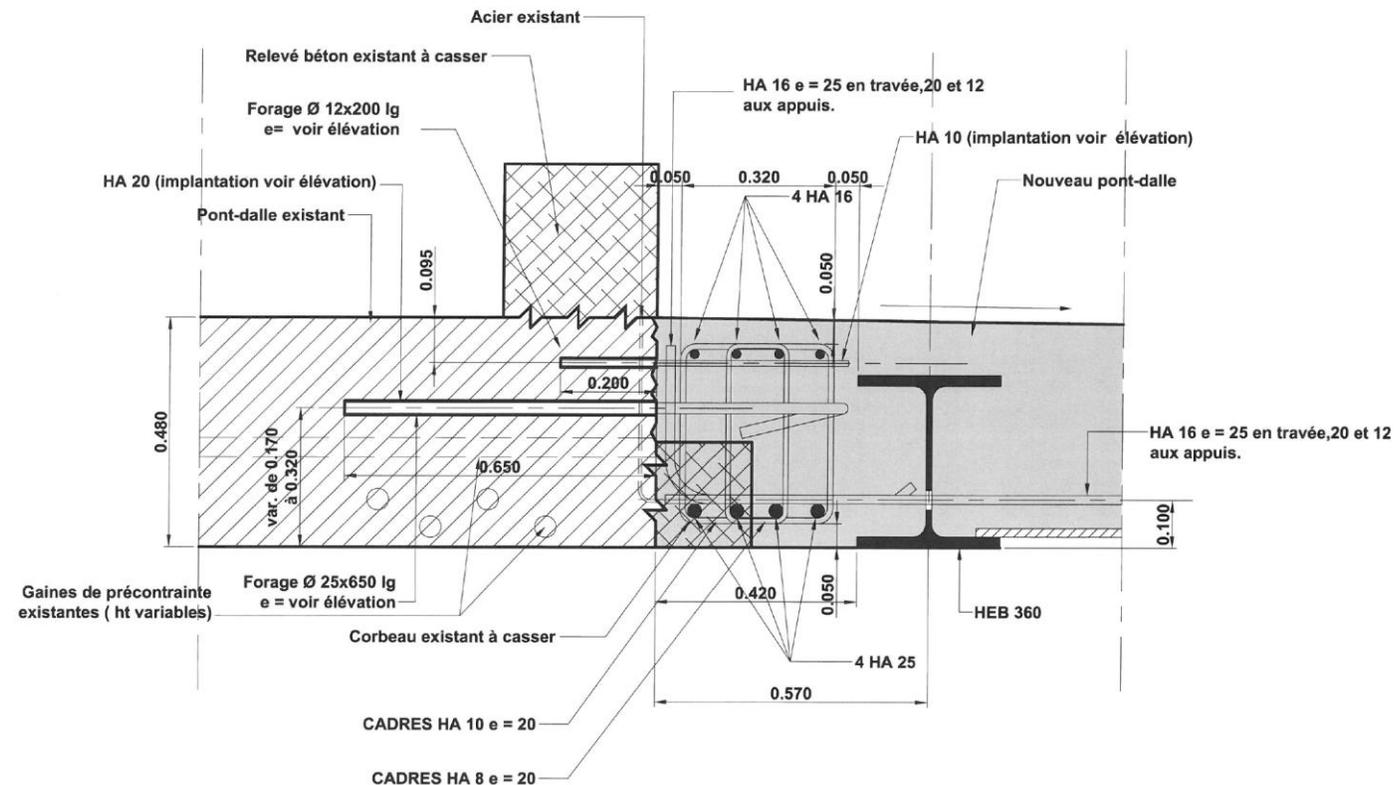
Carrefour
Pompadour
Créteil

- Clavage section 0,48mx0,57mx16m
- Travaux de nuit – circulation neutralisée



Choix du béton
PAGEL® V2/160

COUPE TYPE SUR REPRISE DE
BETONNAGE DU PONT-DALLE
EXISTANT ET FUTUR COTE SUD



Clavage entre ancien et nouveau tablier

Carrefour
Pompadour
Créteil

➤ Vérification de
l'exothermie



Essai au Cerema du
Bourget



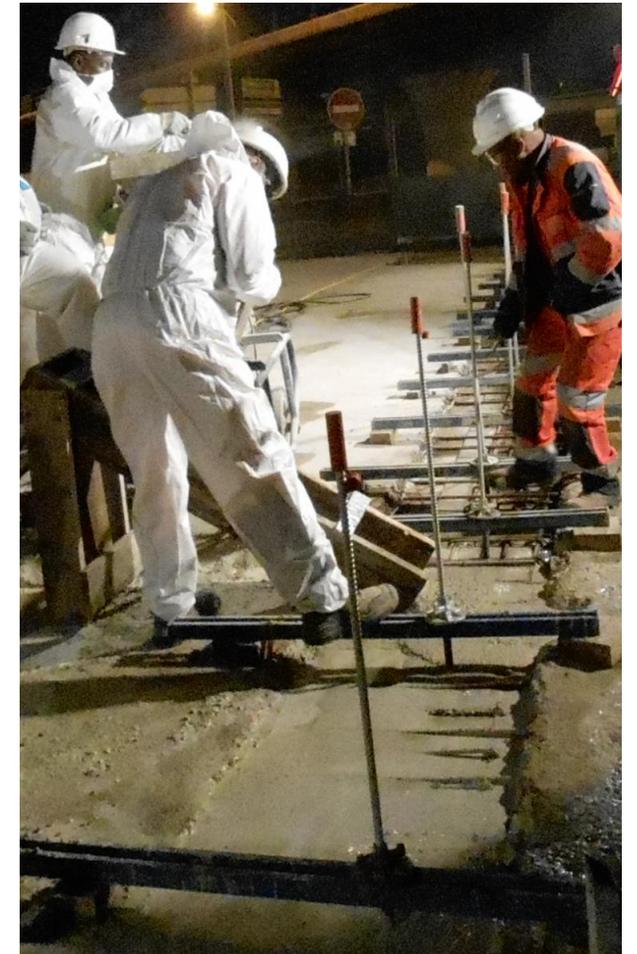
Clavetage entre ancien et nouveau tablier

Carrefour
Pompadour
Créteil

➤ Validation du
PAGEL® V2/160



2 Coulages de
11 tonnes par nuit



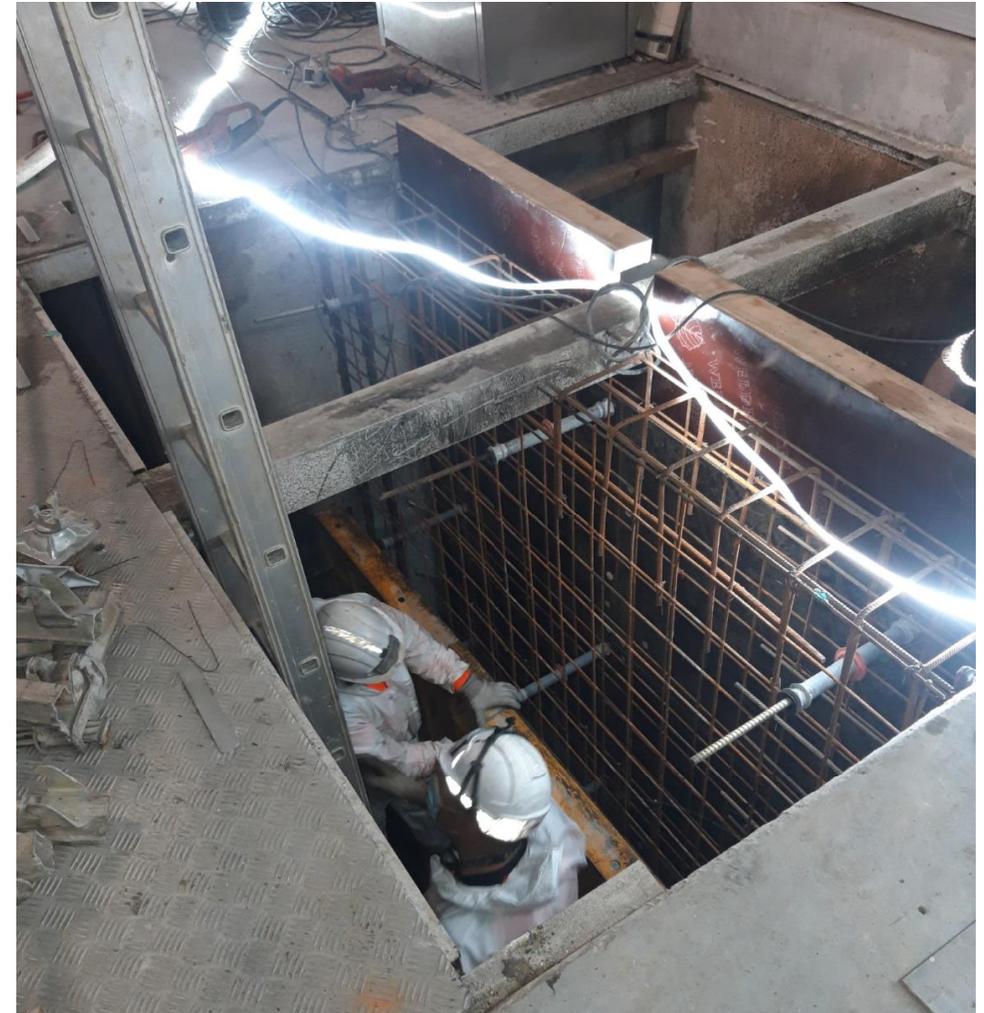
Obturation de trémie et by-pass

**STEP BONNEUIL-
EN-FRANCE**

- Obturation de trémie et by-pass (3m x3m) avec remise en service en fin de nuit



**Choix du béton
PAGEL® V2/160**



Obturation de trémie et by-pass

**STEP BONNEUIL-
EN-FRANCE**

➤ Accès difficile au milieu
du site



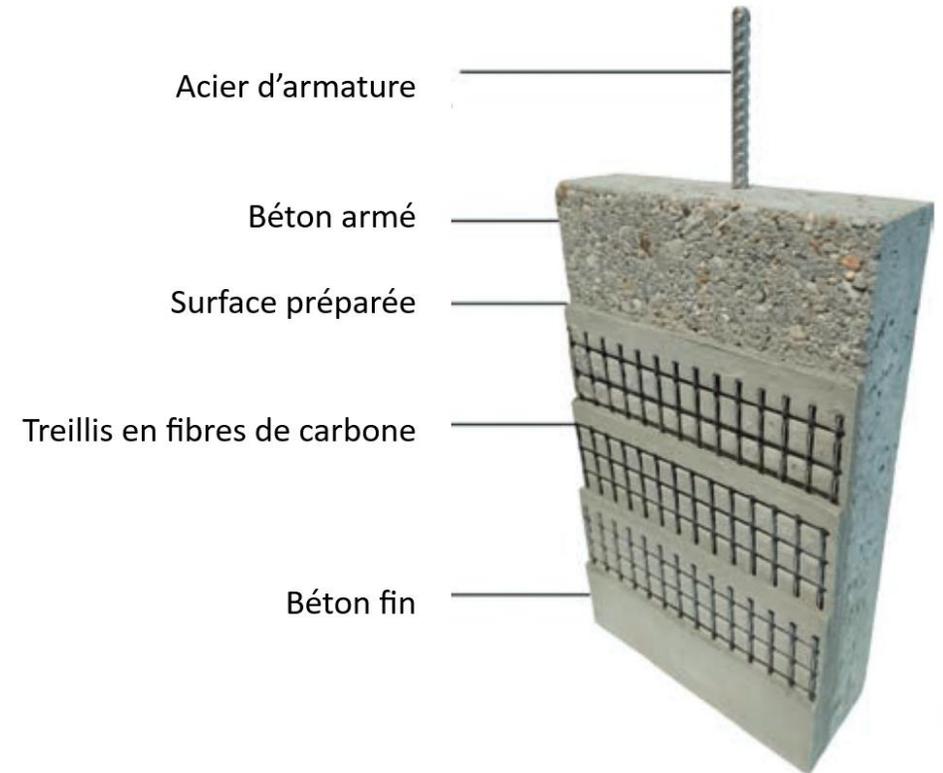
**Mise en place par
pompage**



Procédé

CARBOREFIT[®]

Renforcement d'éléments de structure au moyen d'une **ou plusieurs grilles** bidirectionnelles noyées dans une matrice cimentaire



Principe de renforcement par béton carbone – Procédé Carborefit[®]

Procédé

CARBOrefit®

Mise en oeuvre



Projection par voie humide + Marouflage



Laminage

Foto: CARBOCON GMBH

Procédé

CARBOrefit[®]

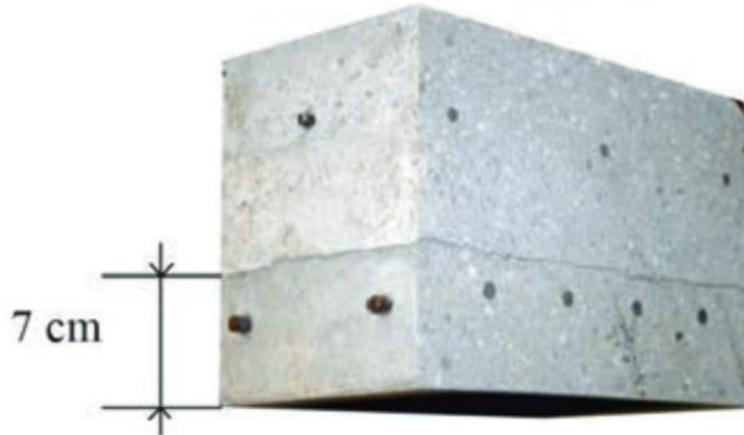


Figure 1a **Renforcement par béton projeté**



Renforcement par béton carbone

Procédé

CARBOrefit®



- Reprise surfacique
- Tenue aux UV
- Tenue à la température (A1)
- Uniformité d'aspect (mortier)
- Compatible eau potable
- Support humide

Procédé

CARBOrefit[®]

Historique

- › 1994: premières études
- › 2007: Premier projet réalisé
- › 2014: Premier Avis Technique (allemand)– Calculs suivant Eurocodes 2
- › 2022: Nouvel Avis Technique étendu (allemand)

**Allgemeine
bauaufsichtliche
Zulassung /
Allgemeine
Bauartgenehmigung**

Nummer:
Z-31.10-182

Antragsteller:
CARBOCON GMBH
Mohorner Straße 13
01159 Dresden

Gegenstand dieses Bescheides:
CARBOrefit[®] - Verfahren zur Verstärkung von Stahlbeton mit Carbonbeton

Deutsches
Institut
für
Bautechnik **DIBt**

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam
getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

**Zulassungs- und Genehmigungsstelle
für Bauprodukte und Bauarten**

Datum: 31.08.2023 Geschäftszeichen:
I 16-1.31.10-5/22

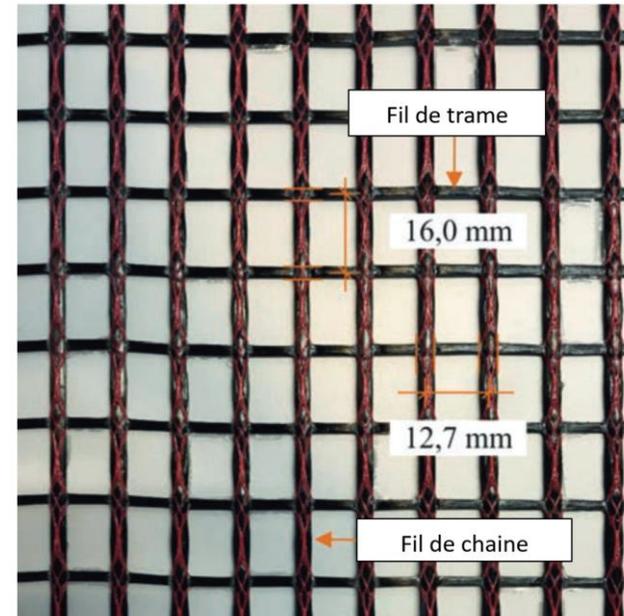
Geltungsdauer
vom: 31. August 2023
bis: 31. August 2028

Procédé

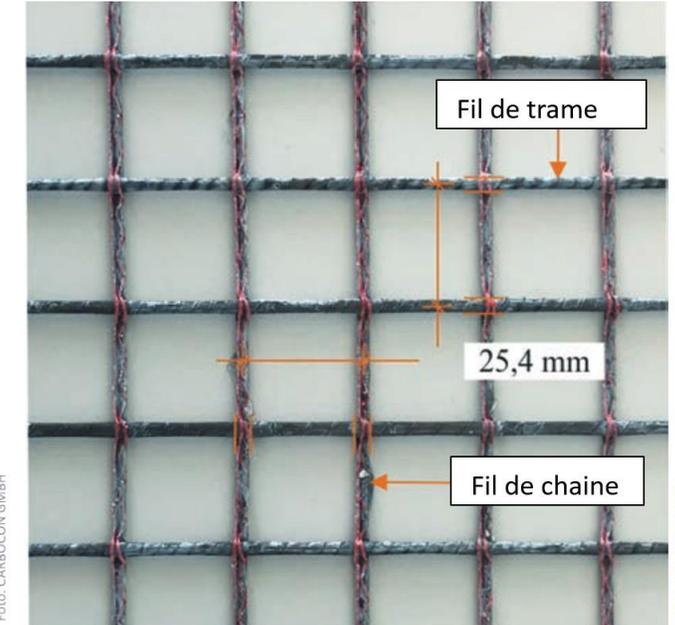


Innovations dans l'AT

- Plusieurs types de treillis autorisés
- Possibilité de superposer jusqu'à 4 couches de grilles



Treillis de carbone type 1



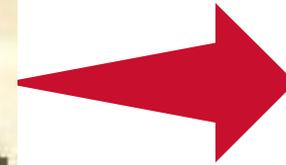
Treillis de carbone type 3

Propriétés mécaniques des différents treillis CARBOrefit

Caractéristiques	Unité	Type 1	Type 3
Résistance à la traction caractéristique	MPa	1550	2250
Résistance à la traction de calcul	MPa	768	1300
Module d'élasticité	Mpa	206 667	206 667
force de renforcement max.	kN/m	430	430
Force d'adhérence nominale de l'assemblage treillis carbone/mortier TF10	N/mm	0,564	4,7
Longueur d'ancrage de sécurité	mm	2450	500
Flexibilité		Très flexible	Peu flexible

Innovations

- > Plusieurs types de treillis autorisés
- +
- Jusqu'à 4 nappes autorisées
- +
- > Mortier spécifique **PAGEL® TF10**
 - > R4
 - > Rc 28jours >80MPa
 - > Module >25GPa
 - > Lance MAWO spécifique pour projection



- > Risque délaminage réduit
- > Valeurs de calcul beaucoup plus favorables

Procédé

CARBOrefit[®]

Fabricants de treillis carbone

CARBOCON

Ansprechpartner:
Maximilian May
Ammonstraße 72
01067 Dresden
Tel.: +49 (0) 351 482 055 19
E-Mail: m.may@carbocon-gmbh.de



TUDATEX

Fabricant du béton fin



Procédé

CARBOrefit®

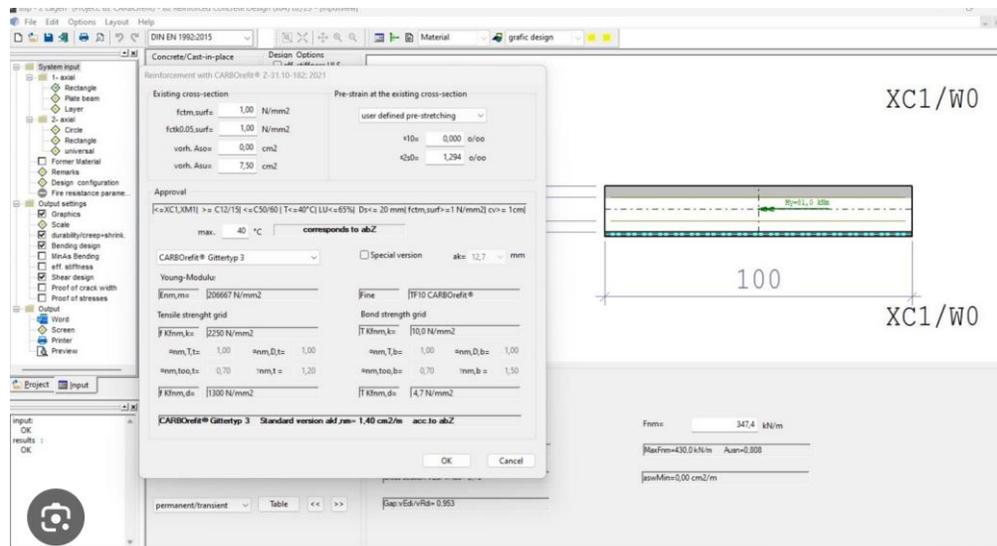
CARBOCON

Ansprechpartner:
Maximilian May
Ammonstraße 72
01067 Dresden
Tel.: +49 (0) 351 482 055 19
E-Mail: m.may@carbocon-gmbh.de



Prestations possibles

- Logiciel de calcul
- Etude de faisabilité
- Calcul
- Développement et suivi d'essais spécifiques ou complémentaires
- Approbation du projet
- Suivi de la mise en oeuvre



Procédé

Exemples d'application: Hyperschale de Magdebourg



Foto: CARBOCON GMBH



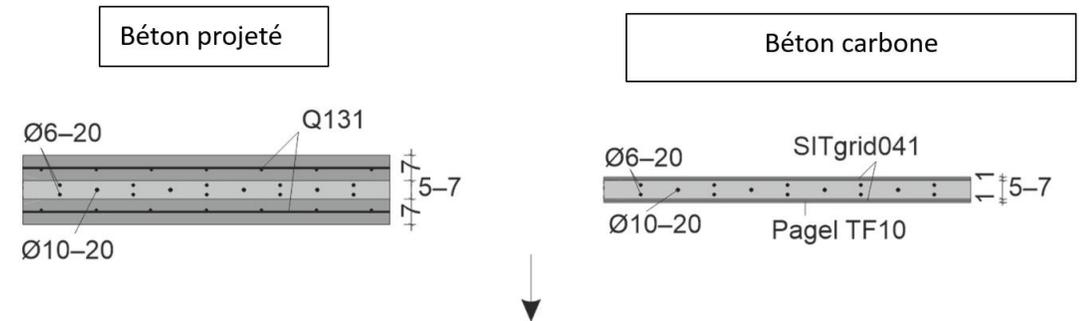
Foto: CARBOCON GMBH

Procédé

CARBOnefit®

Exemples d'application:

Hyperschale de Magdebourg (2020-2021)



Env. 85% de matière en moins

Env. 52% de CO₂ en moins

Procédé

CARBOrefit®

Exemples d'application: Silo Südzucker à Uelzen (2016)



- › Hauteur: 33m -Ø30m
- › 3100m² renforcés
- › Epaisseur du renforcement: 2cm
- › 14000m² de treillis (4nappes)
- › 150 tonnes de PAGEL®TF10



Procédé

CARBOrefit®

Exemples d'application:

Ouvrage autoroutier précontraint à Francfort
(2020)



- Renforcement couche de roulement sur 2cm
Renforcement en zone tendue sur 3cm



Procédé



Exemples d'application:

Pont Thainburg à Naumburg (2021)



Merci pour votre attention

PAGEL SAS

22 rue Gustave Eiffel

78300 Poissy

Tel: 01 39 22 39 00

info@pagel.fr

www.pagel.fr



PAGEL[®]
Spezial-Beton