

Rapport technique / domaine du génie-civil

Contenu : Géogrilles de renforcement pour chaussées en enrobé bitumineux

Rédaction : Fabien Brodard – Bulle / Yann Ducros – Châtillens

Date : 08 mars 2023

Introduction :

Aujourd'hui, le réseau des routes nationales vieillit alors que le volume de trafic ne cesse de croître d'année en année, en particulier dans les agglomérations. C'est pourquoi, un entretien régulier ainsi que des travaux d'assainissements sont impératifs pour garantir la sécurité des usagers et d'assurer l'utilisation de ces différents tronçons de manière pérenne.

Afin de diminuer les frais inhérents à la maintenance et d'augmenter la durée de vie de ces ouvrages, de nouvelles solutions techniques ont été élaborées, tel que les géogrilles de renforcement que nous avons choisi de vous présenter.

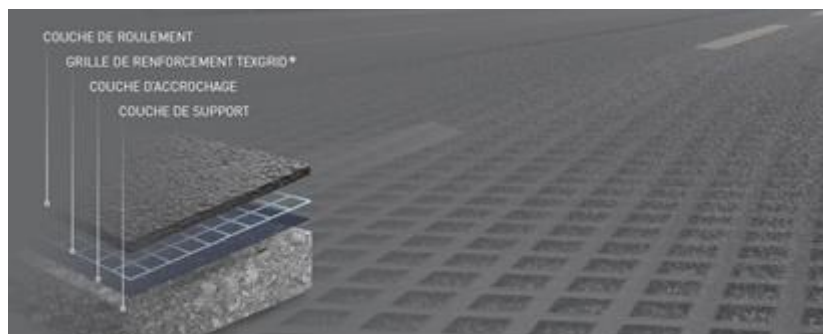


Illustration © Texum SA

Norme :

Selon la norme SN-670 259a, les armatures de revêtements bitumineux doivent remplir les trois fonctions suivantes : armature, étanchement et décharge de contraintes. Le critère d'armature est rempli grâce à l'armature en fibres de verre et/ou de carbone, l'étanchement ainsi que la décharge de contrainte sont repris par la membrane SAMI.

Description :

Les géogrilles de renforcement sont des armatures destinées à renforcer les chaussées en enrobés bitumineux. Ces géogrilles sont fabriquées à partir d'un voile en polyester et de fils en fibres qui peuvent être soit en verre ou en carbone. L'ajout d'une géogrille de renforcement entre les couches d'enrobés bitumineux permet d'améliorer la résistance à la fatigue et à la fissuration ainsi que la durabilité des chaussées. Le carbone ayant l'avantage d'augmenter la capacité portante de la chaussée, permettant de réduire l'épaisseur de l'enrobé bitumineux de 3 à 4 cm.

Les géogrilles peuvent être utilisées dans différents types de travaux routiers, tels que :

- **Renforcement de chaussée existante** : sous-dimensionnée (renforcement structurel)
- **Réparation des fissures** : lors de la fissuration de la couche de base et des joints de reprises (supprimer les remontées de fissures).
- **Elargissement de la chaussée** : (reprise des tassements différentiels).
- **Sur les tracés de fouilles et tranchées** : (reprise des tassements différentiels).
- **Renforcement des points durs** : soumis à des contraintes locales (dalles de transition, couvercles de chambres).
- **Constructions nouvelles** : routes, aéroports, parkings et zones industrielles.

Méthode de mise en œuvre :

La méthode de mise en œuvre des géogrilles de renforcement d'enrobé bitumineux est relativement simple. Elle implique généralement les étapes suivantes :

1. **Préparation de la surface :** Fraisage de la couche de roulement et éventuellement de la couche de liaison existante selon l'état du support. La surface doit être, si nécessaire reprofilée avec un enrobé bitumineux. Les grosses fissures doivent être pontées par un produit bitumineux adapté. Finalement le support doit être nettoyé soigneusement.
2. **Application d'un enduit d'accrochage ou membrane SAMI :** L'enduit est appliqué sur la surface de la chaussée, là où la géogrille sera placée. Le choix du type et du dosage dépendra des conditions climatiques, de l'état du support ainsi que de la rugosité de la surface. Selon la sollicitation de trafic, une membrane SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer) sera plutôt préconisée.
3. **Application de la géogrille :** L'enduit d'accrochage doit avoir fait sa rupture (séchage, prise) avant l'application de la géogrille. Son application peut se faire mécaniquement ou manuellement. Dans le cadre d'utilisation de géogrilles mixtes (verre et carbone), les fibres de carbone devront être placées perpendiculairement à la chaussée. Lorsque plusieurs rouleaux de géogrilles sont utilisés, les bords des rouleaux doivent être recouverts de 5 à 10 cm pour assurer une continuité. Il n'est pas nécessaire de fixer la géogrille au préalable à l'aide de clous mais il est recommandé de la compacter avec un petit rouleau mixte.
4. **Gravillonnage :** La mise en place de gravillons 8/11 mm préenrobés de bitume permet une bonne circulation sur la géogrille et confère une meilleure liaison avec la couche de roulement.
5. **Pose de la couche de roulement :** Pose de la couche en enrobé bitumineux. L'enrobage minimal de la géogrille avec la couche de roulement variera de 2.5 à 5 cm selon la géogrille utilisée.



Images © Sytec Bausysteme AG

Avantages :

Les géogrilles de renforcement offrent de nombreux avantages, en voici une description détaillée :

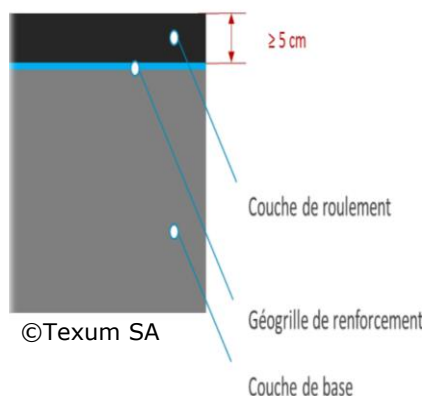
- **Renforcement structurel :** les géogrilles renforcent considérablement la résistance structurelle de l'enrobé bitumineux sans incidence sur les niveaux (bordures, chambres, grilles), en améliorant sa capacité à supporter les charges de trafic ainsi que les contraintes de fatigue. Cela permet également de réduire la déformation permanente et donc de prolonger la durée de vie de la chaussée.
- **Réduction de la fissuration :** ces géogrilles permettent de réduire la fissuration de l'enrobé bitumineux en distribuant uniformément la charge sur toute la surface de la chaussée, en absorbant les contraintes de traction et empêchant la propagation des fissures.
- **Amélioration de la liaison :** elles offrent une meilleure liaison des couches entre lesquelles elle est posée (peut être posé entre la couche de base et/ou la couche de liaison et la couche de roulement).
- **Durabilité :** elles sont résistantes à la corrosion, à la moisissure ainsi qu'aux attaques chimiques, ce qui prolonge leur durée de vie et leur efficacité. Il est également possible de recycler les fraisats provenant de revêtements renforcés avec des géogrilles.
- **Facilité d'installation :** les géogrilles sont faciles à installer et ne nécessitent pas d'équipement ou de technologies spéciaux. Elles sont légères ce qui facilite leur transport, leur manutention ainsi que leur installation.
- **Étanchéification de la chaussée :** La membrane SAMI agit comme couche d'étanchéité intégrée dans le revêtement et empêche la pénétration d'eau dans le coffre de la route.

Géogrilles de renforcement en fibres de verre :

Elles sont particulièrement utilisées dans le cadre de chaussées fissurées, d'élargissement, de fouilles et tranchées, de pistes aéronautiques ainsi que pour des parkings et zone industrielles.

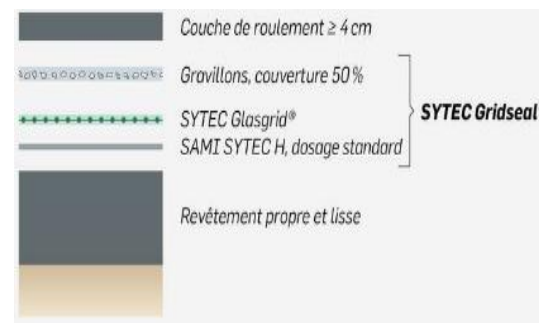
Il existe différents produits sur le marché, voici deux exemples de géogrilles biaxiale (sens longitudinal et sens transversal) en verre :

TEXGRID® GV 120



Résistance à la traction	120 KN/m
Longueur (rouleau)	50 m
Largeur (rouleau)	1 m
Poids	256 g/m ²

SYTEC GRIDSEAL®



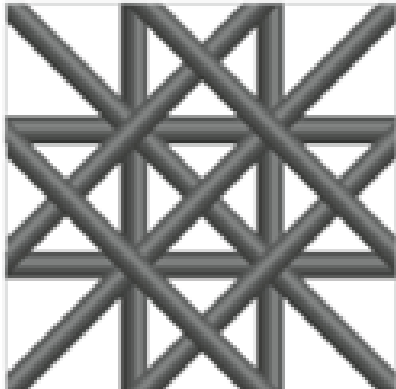
Résistance à la traction	100 - 200 KN/m
Longueur (rouleau)	100 m
Largeur (rouleau)	1 - 1.5 m
Poids	400 g/m ²

Géogrilles de renforcement en fibres de carbone :

Elles sont spécifiquement utilisées dans le cadre de renforcement sous des couches de roulement, de giratoires, virages à faible rayon, bretelles d'insertion, lors de raccordement avec des culées de ponts et pour des arrêts de bus en baignoire. Dans le cadre d'une application en pleine surface, elles permettent de renforcer les chaussées de façon équivalente à 4 cm d'enrobés bitumineux, tout en assurant la fonction d'anti-fissuration.

Voici deux exemples de géogrilles en carbone : quadriaxiale (sens longitudinal, transversal et dans les diagonales) et une biaxiale (sens longitudinal et sens transversal).

TEXGRID® CV 150 GIRO



©Texum SA

Résistance à la traction	150 KN/m
Longueur (rouleau)	50 m
Largeur (rouleau)	1.27 m
Poids	271 g/m ²

TEXGRID® CV 200/200



©Texum SA

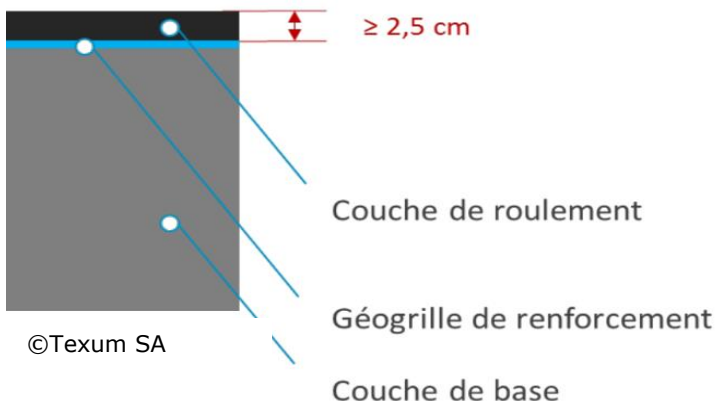
Résistance à la traction	200 KN/m
Longueur (rouleau)	50 m
Largeur (rouleau)	1 m
Poids	174 g/m ²

Géogrilles de renforcement en fibres de carbone et verre :

Elles sont spécialement utilisées sous des couches de roulement, dans le cadre de chaussées fissurées, d'élargissement, de fouilles et tranchées, de pistes aéronautiques ainsi que pour des parkings et zone industrielles. Dans le cadre d'une application en pleine surface, elles permettent de renforcer les chaussées de façon équivalente à 4 cm d'enrobés bitumineux, tout en assurant la fonction d'anti-fissuration.

Voici un exemple de géogrille biaxiale (sens longitudinal en verre et sens transversal en carbone) :

TEXGRID® CV 200



Résistance à la traction	200 KN/m
Longueur (rouleau)	50 m
Largeur (rouleau)	1 m
Poids	229 g/m ²

Géogrilles de renforcement en fibres de verre pour applications localisées

L'armature de revêtement autocollant est un système innovant pour l'assainissement de fissures locales, de bords de chaussée et le renforcement de points durs (dalles de transition, couvercles de chambres). Composé d'une grille en fibres de verre, de carbone ou mixte et d'une membrane de bitume autocollante (SAMI), il permet d'assurer ses fonctions de renforcement par une mise en œuvre simple et rapide.

Avantages :

- Dispositif autocollant sans chauffage
- Excellente adhérence des couches par la membrane de bitume polymère (SAMI)
- Efficacité élevée contre la formation de fissures
- Recyclable lors de travaux de fraisage

Méthode de mise en œuvre :

- 1. Préparation de la surface :** Nettoyer la surface du revêtement, combler les nids-de-poule et les crevasses avec un mélange de bitume (reflanchage et reprofilage), appliquer au besoin du bitume sur les fissures de grande taille.
- 2. Application de la géogrille :** Dérouler et positionner directement la géogrille sur le revêtement propre et sec, retirer le film de protection et presser à l'aide d'un rouleau à pneus.
- 3. Pose de la couche de roulement :** Pose de la couche d'enrobé bitumineux (épaisseur min. 4cm).



Pose du système SYTEC Gridseal® Patch



Passage du rouleau

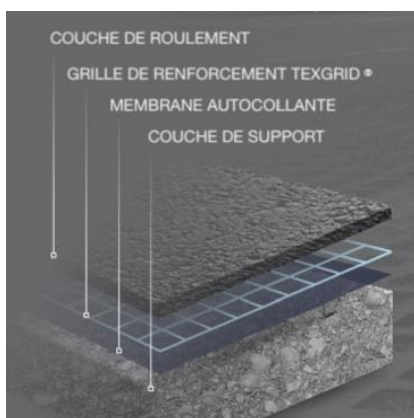


Application du revêtement

Images © Sytec Bausysteme AG

Voici deux produits disponibles sur le marché :

TEXGRID® GV 120 PATCH



©Texum SA

SYTEC GRIDSEAL® PATCH








©Sytec Bausysteme AG

Production et prix :

Type	Production	Effectif moyen	Prix moyen F+P
système fibres de verre + SAMI	1000 m ² /h	3 hommes	22 ./m ²
système fibres de carbone + SAMI	1000 m ² /h	3 hommes	31 ./m ²
système fibres de carbone quadriaxiale + SAMI	300 m ² /h	4 hommes	40 ./m ²
système fibres de verre/carbone + SAMI	1000 m ² /h	3 hommes	26 ./m ²
patch en fibres de verre	200 m ² /h	2 hommes	19 ./m ²
patch en fibres de carbone	200 m ² /h	2 hommes	28 ./m ²
patch en fibres de verre/carbone	200 m ² /h	2 hommes	24 ./m ²

Ces prix sont indicatifs, ils varient selon les quantités commandées et les surfaces de mise en œuvre.
 Ces travaux de réfection avec système de géogrilles + SAMI sont effectués par sous-traitance par le fournisseur.
 Ces prix ne comprennent pas : le fraisage, le nettoyage et la pose de la couche de roulement.

Comparaison entre méthode traditionnelle et système fibres de verre + SAMI :

Méthode conventionnelle (sans armature) Durée de vie : 8 ans		Système avec armature de renforcement Durée de vie : 16 ans	
Fraisage/décharge/nettoyage	8.50 CHF/m ²	Fraisage/décharge/nettoyage	8.50 CHF/m ²
Liant/encollage	1.50 CHF/m ²	Système fibres de verre + SAMI	22.00 CHF/m ²
Couche de roulement (4cm)	16.00 CHF/m ²	Couche de roulement (4cm)	16.00 CHF/m ²
Scellement de fissure (après 4ans)	4.00 CHF/m ²		
Total coût pour 8 ans	30.00 CHF/m ²	Total coût pour 16 ans	46.50 CHF/m ²
Coût annuel	3.75 CHF/m ²	Coût annuel	2.90 CHF/m ²
 Durée de vie de 8 ans		 Sur 16 ans = 1x réfection	
 Après 4 ans, pontage des fissures		 Economie de 40%	
 Sur 16 ans = 2x réfection de revêtement			

Ces prix sont indicatifs, ils varient selon les quantités commandées et les surfaces de mise en œuvre.

Conclusion

En conclusion, les géogrilles de renforcement d'enrobé bitumineux sont un outil efficace pour améliorer la qualité et la durabilité des chaussées. Elles offrent de nombreux avantages en termes de réduction des coûts, de maintenance et d'augmentation de la durée de vie des chaussées. De nouvelles techniques de renforcement des chaussées apparaissent aussi, comme les fibres pour enrobé bitumineux SYTEC FiberForce® qui permettent un renforcement en 3 dimensions et en pleine masse des enrobés.

Sources et Remerciements

Documentations Sytec Bausysteme AG – M. Patrick Guhl
 Documentations Texum SA – M. Jérôme Bernasconi
<https://www.sytec.ch/fr>
<https://www.texum.swiss/fr>