

Remblais allégés pour les infrastructures routières et ferroviaires

Conférence JERI · 10 novembre 2026 · MISAPOR SA · Louis Géraud et Jérôme Ragu

Objectif : montrer dans quels contextes un remblai allégé permet de réduire les charges à la source et constitue une variante aux solutions de renforcement classiques.

MISAPOR — INDUSTRIEL SUISSE — DEPUIS 1982



01
VERRE USAGÉ COLLECTÉ



02
BROYAGE ET PRÉPARATION



03
EXPANSION
ENVIRON 900 °C



04
GRANULAT FINAL
125 à 190 kg/m³ en vrac

MADE SWISS

ETA CE
Agrément Technique Européen

MATÉRIAU | Minéral, imputrescible et durable

COMPORTEMENT CHIMIQUE | Résistant aux acides, alcalis, huiles, sels, solvants organiques et carburants

DRAINANT

GEL / DÉGEL | Résistant aux cycles gel/dégel



CLASSE AU FEU A1 | Matériau minéral incombustible

DENSITÉ | 125 à 190 kg/m³ en vrac, selon le produit

COMPRESSION | Performances à vérifier selon le produit et les charges du projet

MISE EN ŒUVRE | Circulation de chantier selon les conditions du projet

PORTEUR | Dimensionnement sous charges statiques et dynamiques

Le granulat s’inscrit dans une boucle circulaire

UNE BOUCLE

CIRCULAIRE

DU VERRE USAGÉ AU RÉEMPLOI



06
RÉEMPLOI
REMBLAI ALLÉGÉ

01
COLLECTE
DU VERRE USAGÉ





05
DÉCONSTRUCTION
DE L’OUVRAGE

02
PRÉPARATION
DU VERRE





04
MISE EN ŒUVRE
INFRASTRUCTURES

03
PRODUCTION
DU GRANULAT



Les remblais allégés : plusieurs décennies de retour d'expérience



Norvège

Premières applications routières documentées en Norvège, avant une diffusion progressive en Scandinavie.

France

Développement des remblais allégés pour les routes et les ouvrages d'art.

France

Diffusion progressive de plusieurs matériaux légers et de leurs méthodes de dimensionnement.

Une technique éprouvée, désormais appliquée à de nombreuses configurations

Applications :
sols compressibles
élargissements routiers
culées et murs
glissements de terrain

Principales familles :
polystyrène expansé
polypropylène
verre cellulaire MISAPOR

Le remblai allégé est une technique géotechnique éprouvée : son intérêt consiste à réduire les sollicitations avant de chercher à renforcer le sol ou l'ouvrage.

Quand envisager un remblai allégé ?

SOL COMPRESSIBLE — limiter les contraintes et les tassements

OUVRAGE EXISTANT — réduire les poussées sur murs, culées et ponts maçonnés

ÉLARGISSEMENT — créer une plateforme sans surcharger le talus

DÉLAI CONTRAINT — réduire, selon l'étude, le recours au préchargement

AFFAISSEMENT OU GLISSEMENT — remplacer tout ou partie d'un remblai lourd

Le remblai allégé peut constituer une variante à certaines solutions de renforcement ou de soutènement.

Alléger le remblai ou renforcer le sol : deux logiques de conception

SOLUTIONS CONVENTIONNELLES

- Préchargement : efficace, mais délai de consolidation et suivi
- Renforcement de sol : reprise des charges par le terrain traité
- Fondations profondes : transfert vers un horizon porteur
- Soutènement lourd : reprise des poussées et stabilité locale

Réduire la charge à la source

REMBLAI ALLÉGÉ

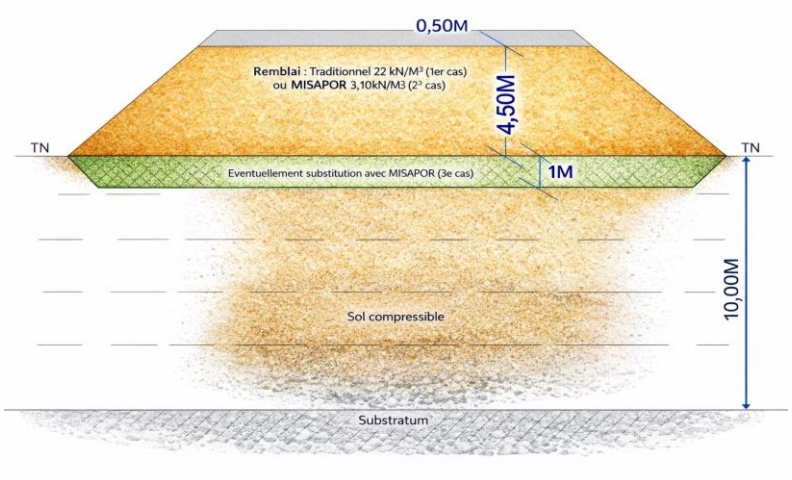
- **Réduit les contraintes verticales transmises au sol**
- **Diminue les poussées sur les ouvrages**
- **Limite tassements et déplacements**
- **Réduire les délais**
- **Se combine, si nécessaire, à un renforcement localisé**

La bonne solution résulte d'une comparaison multicritère : géotechnique, emprise, délai, risques, coût global et bilan environnemental.

Sols compressibles : lorsque le préchargement n’est plus adapté

Exemple illustratif : effet de l’allègement sur les tassements

Voie ferrée, rivière, canal, conduite ou ouvrage enterré à proximité
Bâtiments ou infrastructures sensibles dans les avoisinants
Surcharge temporaire incompatible avec les contraintes du site
Objectif : réduire durablement les charges permanentes
Résultats à confirmer par le modèle géotechnique du projet



Cas	Charge retenue	Tassement estimé (cas étudié)
Remblai traditionnel	22 kN/m³	≈ 9,8 cm
Remblai MISAPOR	3,1 kN/m³	≈ 2,3 cm
MISAPOR + substitution 1 m	Δq réduit	≈ 1,0 cm

Rehaussement de chaussée en zone dense (06)



Création d’une rampe à proximité d’une conduite (38)



Des solutions documentées par le PIARC







Association mondiale de la route

Le rapport PIARC 2022R11 présente des études de cas d'innovations en terrassements, dont des solutions de remblai léger.

Exemple de remblai léger après un affaissement

Le retour d'expérience illustre une logique de conception : étudier d'abord la réduction des charges.

Limiter l’emprise : quatre configurations de remblai allégé



Remblai allégé seul
Talus ≈ 30° à 35°

Simple-Emprise forte



Avec géogrilles
Talus ≈ 45°

Compact-Talus renforcé



Géogrilles en boudins
Talus ≈ 70°

Très compact-Parement souple



Géogrilles + parement
Talus jusqu’à ≈ 90°

Emprise min-Parement fini



Glissement de terrain RD12 (74)



Affaissement à Andance (07)



Glissement de terrain RD71 (73)



Échangeur de la Paoute (06)

Principe de choix

Plus la pente augmente, plus le confinement, le parement et la stabilité globale deviennent déterminants. Ces coupes sont des principes : angles et renforts sont à justifier par une étude propre au projet.

RD 1203 à Groisy — comprendre l’origine des affaissements

Photos du site

Mars 2011



Avril 2014



Les travaux ont mis en évidence jusqu’à 1,8 m d’enrobés cumulés au fil des entretiens successifs.



1 — Constat

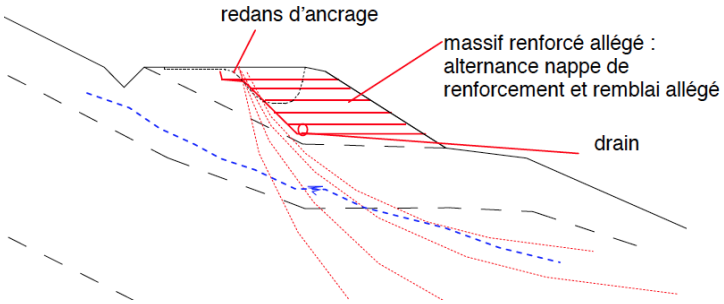
La RD 1203 présentait depuis plusieurs années des déformations et des affaissements récurrents.

RD 1203 à Groisy — deux stratégies comparées par les études

2 — Variantes étudiées

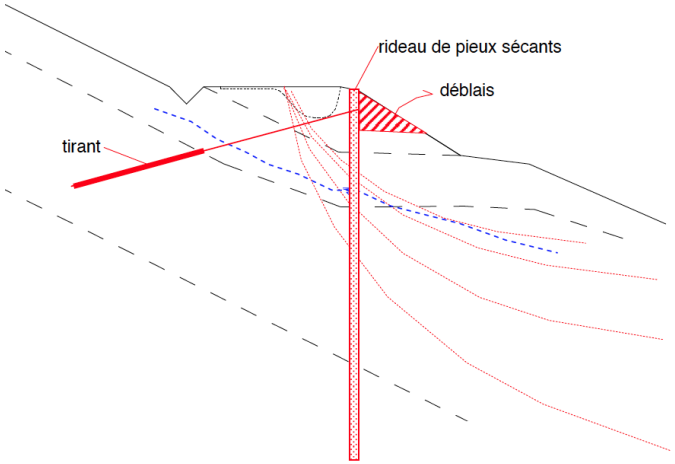
OPTION 1 — REMBLAI ALLÉGÉ RENFORCÉ

- Décaissement du talus et de la demi-chaussée aval sur environ 3 m
- Reconstruction par couches avec un matériau allégé
- Estimation de l'étude : 300 000 € TTC, soit 10 000 €/m linéaire



OPTION 2 — PAROI BERLINOISE TIRANTÉE

- Décaissement de la plateforme sur environ 2 m
- Mise en œuvre d'une ligne de tirants et reconstruction
- Estimation de l'étude : 750 000 € TTC, soit 25 000 €/m linéaire



RD 1203 à Groisy — la solution retenue réduit la charge permanente







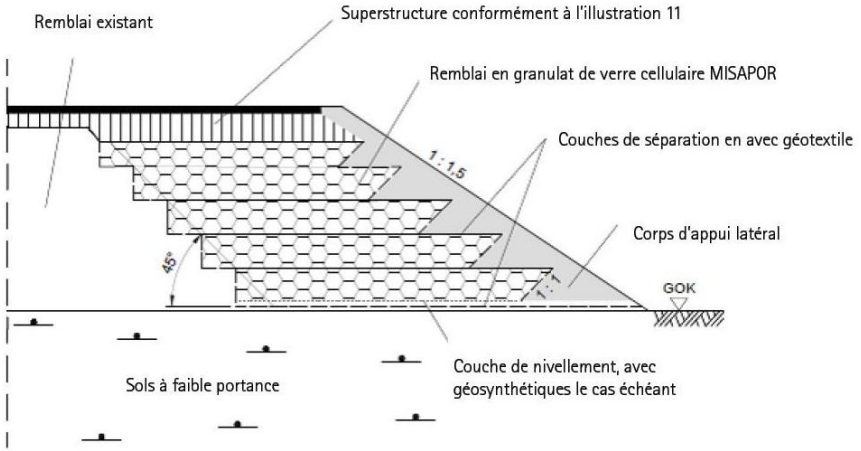
Solution retenue

Une partie du terrain existant est remplacée par du granulat de verre cellulaire afin de diminuer durablement la charge appliquée au versant.

En réduisant la charge permanente, la solution retenue a évité, sur ce projet, un ouvrage de soutènement plus lourd.

Échangeur A36–RN 1019 — nœud de Sevenans







La présence d’un lac à proximité de l’élargissement soulevait des enjeux de portance et de tassement. Les études ont conduit à retenir un remblai allégé.

Cette solution vise à limiter les sollicitations du sol et les tassements différentiels liés à l’élargissement.

Pont sur l’Arbogne — maîtriser les tassements sur des sols peu porteurs

SBB CFF FFS

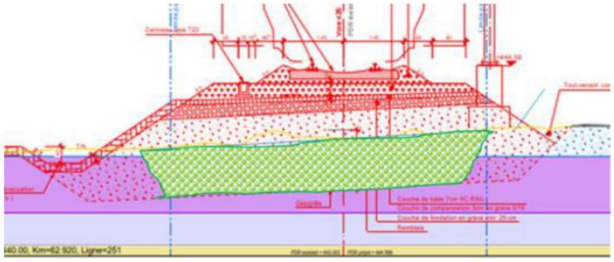


Figure 11 Schéma de principe pour la solution avec le remplacement des sols excavés par matériau ultraléger de type MISAPOR à la base du remblai





Vue d’ensemble — livraison de granulat de verre cellulaire (avril 2026)

1 — Contexte

- Dépôts marécageux et fluvio-glaciaires de faible portance.
- Risque majeur : tassements différentiels à la transition pont–remblai.

2 — Variantes

- Préchargement : délai et suivi topographique
- Colonnes ballastées : efficacité limitée dans les sols organiques et contraintes hydrogéologiques
- Remblai allégé : réduction directe des contraintes, sans phase de consolidation artificielle

3 — Solution retenue

- Remblai en verre cellulaire
- Charges réduites
- Tassements maîtrisés selon l’étude
- Mise en œuvre rapide

Source : K+F Ingénieurs – Étude géotechnique n° 12287, 4 avril 2023 | Pont sur l’Arbogne, ligne CFF 251 Palézieux–Lyss

Rehaussement de chaussée au-dessus d’un tunnel

Le remblai allégé a permis de limiter la charge ajoutée sur l’ouvrage lors du rehaussement de la chaussée.



ZAC de la Soie, Villeurbanne (69)



Élargissement de route avec mur de soutènement

Le remblai allégé a constitué une variante aux fondations profondes envisagées pour le mur de soutènement.



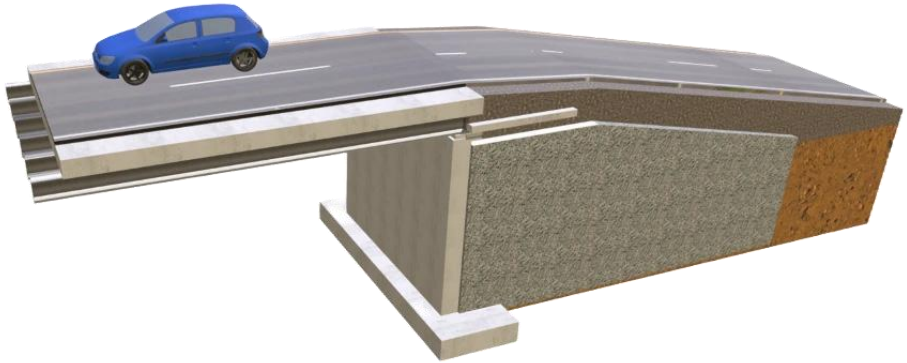
Rue de Genève (74)





Traitement des tassements au droit d’une culée

Le remblai allégé a été retenu pour limiter les charges à proximité de la culée et traiter les tassements observés.



Pont Corneille (76)





Repères techniques — MISAPOR Dynamic 10/50

Caractéristiques du produit

- Masse volumique en vrac : 160 à 190 kg/m³
- Masse volumique compactée à 1,3:1 : 208 à 247 kg/m³
- Densité après 28 jours d'immersion : 310 kg/m³
- Angle de frottement interne : 35,1°
- Granulat drainant : vérifier l'exutoire et les interfaces

Exigences de mise en œuvre

- Réception du support : portance à définir par l'étude
- Géotextile de séparation selon le contexte du projet
- Contrôle du facteur de compactage : 1,3:1
- Pas d'essai de plaque ni pénétromètre directement sur MISAPOR
- Drainage : vérifier la continuité et l'exutoire

Chaussée et cas particuliers

- Structure de chaussée et couche de forme à dimensionner selon trafic et support
- Zone inondable : vérifier la poussée d'Archimède
- Talus renforcés et parements : géométrie à justifier par étude de stabilité







Trois leviers pour alléger sans fragiliser

01 RÉDUIRE LA CHARGE
Moins de contraintes et de poussées sur le sol et les ouvrages.

02 MAÎTRISER LES RISQUES
Vérifier stabilité, tassements et interfaces.

03 ADAPTER L'EMPRISE
Talus, géogrilles et parements selon le site.

BÉNÉFICES

Réduction des ouvrages lourds • Mise en œuvre rapide
Verre usagé valorisé et réemployable • Variante aux solutions classiques

Le remblai allégé peut réduire les sollicitations à la source ; il complète ou remplace certains renforcements selon les résultats de l'étude.



Questions & échanges

Conférence JERI · 10 novembre 2026 · MISAPOR SA · Louis Géraud et Jérôme Ragu