

Synthese technique

Utilisation du MISAPOR pour limiter les deformations de chaussee liees au gel-degel

Note de predimensionnement - version de travail

Objectif de la note

Cette synthese presente une approche de justification technique pour utiliser le MISAPOR comme couche isolante et drainante sous chaussee afin de limiter la penetration du gel dans le sol support. Elle propose une grille d'epaisseurs optimisee a faire confirmer par une verification Alize-gel / NF P98-086.

1. Principe technique

Les deformations de chaussee liees au gel-degel apparaissent principalement lorsque trois conditions sont reunies : un sol support gelif, la presence d'eau disponible et la penetration du front de gel dans la zone sensible.

Le MISAPOR agit sur deux leviers importants : il limite la descente de l'isotherme 0 degC grace a sa faible conductivite thermique, et il favorise le drainage grace a sa structure granulaire.

L'objectif n'est pas uniquement de remplacer une couche de forme classique, mais d'apporter une rupture thermique qui reduit les soulèvements au gel et les pertes de portance au degel.

2. Cadre de justification Alize-LCPC / NF P98-086

La logique de verification au gel-degel repose sur la comparaison entre l'indice de gel admissible de la structure de chaussee, note IA, et l'indice de gel de reference du site, note IR.

La structure est consideree comme satisfaisante lorsque IA est superieur ou egal a IR.

Dans Alize-gel, le MISAPOR doit etre saisi comme un materiau specifique defini par l'utilisateur, avec ses parametres thermiques, en particulier sa conductivite thermique $\lambda = 0,093 \text{ W/m.K}$.

La presente note ne remplace pas une sortie logicielle officielle. Elle constitue un predimensionnement technique coherent, a confirmer par le bureau d'etudes avec l'indice de gel local, la structure de chaussee, la classe de trafic et la nature du sol support.

Formule de resistance thermique : $R = e / \lambda$

Avec e en metre et λ MISAPOR = $0,093 \text{ W/m.K}$.

3. Calculs de resistance thermique du MISAPOR

Epaisseur compactee	Epaisseur vrac a prévoir	Calcul	Resistance thermique R
10 cm	13 cm	0,10 / 0,093	1,08 m ² .K/W
15 cm	20 cm	0,15 / 0,093	1,61 m ² .K/W

20 cm	26 cm	0,20 / 0,093	2,15 m ² .K/W
25 cm	33 cm	0,25 / 0,093	2,69 m ² .K/W
30 cm	39 cm	0,30 / 0,093	3,23 m ² .K/W
40 cm	52 cm	0,40 / 0,093	4,30 m ² .K/W

Le ratio vrac / compactée retenu est de 1,3:1. Les valeurs sont arrondies pour faciliter l'utilisation en phase de prédimensionnement.

4. Comparaison thermique avec une grave classique

En prenant une conductivité thermique indicative d'une grave classique de l'ordre de 1,8 W/m.K, les épaisseurs de MISAPOR correspondent à des équivalences thermiques très élevées. Cette comparaison ne remplace pas le calcul Alize, mais elle permet de comprendre l'intérêt de la couche isolante.

MISAPOR compactée	R thermique MISAPOR	Equivalent thermique approx. en grave lambda 1,8
10 cm	1,08	env. 1,9 m de grave
15 cm	1,61	env. 2,9 m de grave
20 cm	2,15	env. 3,9 m de grave
25 cm	2,69	env. 4,8 m de grave
30 cm	3,23	env. 5,8 m de grave
40 cm	4,30	env. 7,7 m de grave

5. Grille optimisee proposee

Zone type	Altitude indicative	Epaisseur optimisee	Epaisseur prudente	Commentaire
Plaine	0 a 300 m	15 cm compactes	20 cm compactes	Solution optimisee defendable si IR modere et drainage correct.
Moyenne altitude basse	environ 400 m	15 a 20 cm compactes	20 cm compactes	A ajuster selon exposition : combe froide, versant nord, sol tres gelif.
Moyenne montagne	environ 800 m	20 a 25 cm compactes	30 cm compactes	20 cm possible en optimisation ; 25 a 30 cm si projet sensible.
Haute montagne	environ 1200 m	30 cm compactes	40 cm compactes	30 cm constitue une base optimisee credible ; validation Alize indispensable.

6. Positionnement commercial et technique recommande

Pour une offre competitive, il est possible de presenter une grille optimisee : 15 cm en plaine, 15 a 20 cm autour de 400 m, 20 a 25 cm autour de 800 m et 30 cm autour de 1200 m.

Pour une approche plus securitaire ou pour un gestionnaire de voirie prudent, il est preferable de conserver la grille 20 / 20 / 30 / 40 cm compactes.

La bonne strategie consiste a proposer l'epaisseur optimisee en premiere approche, puis a laisser la possibilite au BET de confirmer ou d'ajuster par calcul Alize-gel selon les donnees locales.

7. Formulation utilisable dans une note ou un memoire technique

Dans une logique d'optimisation economique de la protection au gel des chaussées, les épaisseurs de MISAPOR peuvent être adaptées en fonction de l'exposition du site, de l'indice de gel local, de la sensibilité au gel du sol support et de la structure de chaussée retenue.

Compte tenu de la faible conductivité thermique du MISAPOR, $\lambda = 0,093 \text{ W/m.K}$, des épaisseurs relativement faibles apportent déjà une résistance thermique importante. A titre d'exemple, 15 cm compactes apportent une résistance thermique d'environ $R = 1,61 \text{ m}^2.\text{K/W}$, 20 cm apportent $R = 2,15 \text{ m}^2.\text{K/W}$, 25 cm apportent $R = 2,69 \text{ m}^2.\text{K/W}$ et 30 cm apportent $R = 3,23 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

En première approche optimisée, les épaisseurs suivantes peuvent être étudiées : 15 cm compactes en zone de plaine ; 15 a 20 cm compactes en moyenne altitude autour de 400 m ; 20 a 25 cm compactes en moyenne montagne autour de 800 m ; 30 cm compactes en haute montagne autour de 1200 m.

Ces épaisseurs permettent de réduire fortement la pénétration du front de gel dans le sol support, tout en optimisant le volume de matériau mis en œuvre. Elles doivent être validées par une vérification gel-dégel selon la méthode Alize-LCPC / NF P98-086, en intégrant l'indice de gel de référence du site, la structure de chaussée, la classe de trafic, la nature du sol support et les conditions hydriques.

8. Points de vigilance a conserver

- Ne pas présenter les épaisseurs comme une règle automatique applicable partout.
- Toujours demander ou identifier l'indice de gel de référence du site.

- Vérifier la sensibilité au gel du sol support et les conditions hydriques.
- Intégrer la structure complète : enrobe, grave bitumée, grave non traitée, couche de forme, drainage et position du MISAPOR.
- Faire valider l'épaisseur finale par une note Alize-gel ou par le BET en charge du dimensionnement.

9. Sources et références à mentionner

- Alize-LCPC : manuel utilisateur, module Alize-gel, vérification au gel-dégel des structures de chaussées.
- NF P98-086 : dimensionnement structurel des chaussées routières, application aux chaussées neuves.
- DTA / ETA MISAPOR : conductivité thermique déclarée $\lambda = 0,093 \text{ W/m.K}$ pour le granulats de verre cellulaire compactée selon les conditions de référence.
- Données internes de mise en œuvre MISAPOR : compactage 1,3:1, rôle isolant, drainant et non gélif du matériau.

Conclusion

Synthèse : la grille optimisée 15 cm en pleine, 15 à 20 cm à 400 m, 20 à 25 cm à 800 m et 30 cm à 1200 m est techniquement défendable en prédimensionnement. Pour une justification officielle, elle doit être confirmée par calcul Alize-gel / NF P98-086 avec les données locales du projet.