DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

3.3/16-910_V3

Valide du **24 mars 2026**

au **24 mars 2031**

Sur le procédé

Granulat de verre cellulaire MISAPOR

Famille de produit/Procédé : Sous-couche de fondation

Titulaire(s) : Société MISAPOR SA

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 3.3 - Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Cette version annule et remplace le DTA n°3.3/16-910_V2. • Pour les radiers en zones avec exigences sismiques, remplacement du film polyéthylène par un ajout de 1 cm à l'épaisseur de granulat MISAPOR, puis coulage d'un béton de propreté de 4 cm minimum; • Ajout de l'exclusion du domaine d'emploi des sols supports à faible perméabilité et en présence d'eau pouvant dégradés la résistance thermique du MISAPOR;	Loïc PAYET	Roseline BERNARDIN-EZRAN

Descripteur :

Il s'agit d'un procédé de sous-couche isolante composée de granulat de verre cellulaire mis en œuvre en interface de dallages et radiers et destiné à isoler thermiquement le niveau bas de bâtiments, mettre hors gel le sol d'assise et servir de matériau drainant en périphérie des ouvrages.La granularité de ce verre cellulaire est de 10/50 (mm).

Ce procédé est mis-en-œuvre sur un sol ayant préalablement fait l'objet d'une étude géotechnique en rapport avec le bâtiment à construire (étude conforme à la NF P 94-500).

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 4
1.1. Domaine d'emploi accepté 4
1.1.1. Zone géographique 4
1.1.2. Ouvrages visés 4
1.2. Appréciation 4
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 4
1.2.2. Durabilité 5
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5
2. Dossier Technique 6
2.1. Mode de commercialisation 6
2.2. Description 6
2.2.1. Principe 6
2.2.2. Caractéristiques des composants 6
2.3. Dispositions de conception 7
2.3.1. Prescriptions techniques 7
2.3.2. Généralités 8
2.3.3. Dimensionnement des dallages 8
2.3.4. Dimensionnement des radiers 8
2.3.5. Spécificités de conception en zone sismique 8
2.3.6. Traitement des situations particulières 9
2.4. Dispositions de mise en œuvre 10
2.4.1. Prescriptions techniques (cf. figures 3 et 4) 10
2.4.2. Stockage sur chantier 10
2.4.3. Préparation du support 10
2.4.4. Drainage et étanchéité périphériques (cf. figures 3 et 4) 11
2.4.5. Mise en œuvre 11
2.4.6. Contrôles qualité 11
2.4.7. Réception 12
2.5. Traitement en fin de vie 12
2.6. Assistante technique 12
2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 12
2.7.1. Prescriptions techniques 12
2.7.2. Description du processus de fabrication 12
2.7.3. Contrôles 12
2.7.4. Marquage – Stockage - Livraisons 13
2.8. Mention des justificatifs 13
2.8.1. Résultats expérimentaux 13
2.8.2. Références chantiers 14
2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre 15

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Possibilité d'emploi en France métropolitaine et en zones de sismicité 1 à 4 (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié) pour les bâtiments de la classe dite « à risque normal » moyennant les dispositions spécifiques définies dans le Dossier Technique.

1.1.2. Ouvrages visés

L'Avis est formulé pour créer des sous-couches isolantes de dallages et radiers avec granulats « MISAPOR Standard Plus 10/50 ».

Le procédé de « granulat de verre cellulaire MISAPOR » peut être utilisé en construction neuve et pour l'extension/réhabilitation d'ouvrages existants.

Pour les dallages, les épaisseurs minimale et maximale sont respectivement 15 cm et 46 cm.

Pour les radiers, les épaisseurs seront déterminées par calcul.

Pour l'utilisation sous radier, le domaine d'utilisation est limité aux contraintes de 250 kPa maximum.

Pour l'utilisation sous dallages, le domaine d'emploi couvre l'ensemble des dallages conformes au NF DTU 13.3.Un drainage périphérique doit systématiquement être mis en œuvre (dallages et radiers).

Pour le coulage du dallage ou du radier, des moyens adaptés doivent être mis en œuvre afin d'éviter toute circulation d'engins sur le MISAPOR (cf. §2.4.5).

L'utilisation du procédé MISAPOR sous chambre froide est exclu du domaine d'emploi.

L'utilisation du procédé MISAPOR pour la protection des bâtiments vis-à-vis du radon n'est pas visée par le DTA.

Le procédé ne peut pas s'utiliser sur des sols supports à faible perméabilité ET en présence d'eau du fait d'un risque de dégradation de la résistance thermique du MISAPOR.

Concernant les risques de gonflement des argiles (RGA), le géotechnicien doit préciser les études et traitements spécifiques associés pour la conception et la mise en œuvre du plancher bas et des fondations ainsi que de la couche isolante MISAPOR le cas échéant. Les points particuliers devant être visés par cette étude sont à minima ceux listés aux annexes A4 et A6 de la norme NF P 94-500.L'utilisation des procédés anti-termites avec le procédé MISAPOR ne sont pas visés dans le cadre de cet Avis Technique.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

La stabilité est normalement assurée tant que la charge reprise reste limitée dans les conditions indiquées aux Prescriptions Techniques.

Sécurité en cas d'incendie

Conformément à l'arrêté du 21/11/2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement, les granulats de verre cellulaire MISAPOR sont classé A1 en Euroclasse (produits incombustibles).

Utilisation en zone sismique

Du fait de la granularité du procédé et du compactage réalisé, le risque de liquéfaction peut être considéré comme nul et les granulats présentent des caractéristiques sismiques équivalentes à celles des matériaux sableux ou granulaires classiques.

Pour les bâtiments soumis à exigences sismiques sur radier, le film polyéthylène est remplacé par une surépaisseur minimale de granulat MISAPOR compacté de 1 cm, puis recouverte d'un béton de propreté (consistance S2 et conforme à la fiche technique du §2.9.2) d'une épaisseur minimale de 4 cm avant coulage proprement du béton du radier.

Isolation thermique

Le procédé consiste à isoler thermiquement le plancher bas du sol de fondation.

Les installations sont réalisées conformément aux exigences telles que définies dans les réglementations thermiques en vigueur au moment de la mise en œuvre, relatives "aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants" et "aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments".

Compacté à un taux de 1,3 pour 1, les granulats « MISAPOR Standard Plus 10/50 » présentent une conductivité thermique utile de 0,093W/(m·K) correspondant à la valeur de l'ETA-13/0549 (Marquage CE système 1+).

Le coefficient de correction de conductivité thermique en cas d'humidification/trempage exceptionnel du produit est de 1,2 tel que précisé dans l'ETE.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Pour le procédé proprement dit, elle est normalement assurée. La mise en œuvre est assurée par des entreprises formées ou avec l'aide de l'assistance technique de MISAPOR.

Aucun entretien n'est nécessaire.

Données environnementales

Le procédé de « granulat de verre cellulaire MISAPOR » dispose d'une Déclaration Environnementale (DE) vérifiée par tierce partie indépendante.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.2.2. Durabilité

Le granulat de verre cellulaire MISAPOR étant un granulat issu de verre recyclé cuit dans des fours à plus de 950°C, il est inerte et imputrescible.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce procédé a fait l'objet d'une consultation du rapporteur du Groupe Spécialisé n°20 « Produits et procédés d'isolation » au sujet de la conductivité thermique déclarée avec suivi sous-système 1+.

Le coefficient de correction de conductivité thermique en cas d'humidification/trempage du produit est de 1,2 tel que précisé dans l'ETE.

Il est rappelé par le GS l'obligation d'établissement de la fiche d'autocontrôle en annexe du dossier pour chaque chantier réalisé.

Il est clairement rappelé que le débord en MISAPOR ne doit en aucune façon être supprimé ou réduit durant la vie de l'ouvrage du fait de son rôle de protection contre les risques de gel du sol de fondation.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

Le procédé est couvert par l'Evaluation Technique Européen ETA-13/0549 établie par le DIBT en date du 21/06/2018.

Il fait l'objet d'un marquage CE suivant le système 1+.

L'identification des granulats « MISAPOR Standard Plus 10/50 » se fait par un étiquetage des big-bags ou des bons de livraison comme indiqué dans le Dossier Technique établi par le Demandeur.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le granulat léger de verre cellulaire « MISAPOR Standard Plus 10/50 » permet d'assurer l'isolation thermique des assises de bâtiments construits sur radier ou dallage.

Le MISAPOR existe en plusieurs granulométries. Seule la granularité 10/50 (mm) fait l'objet de ce présent Document Technique d'Application.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Composition

Il s'agit d'un matériau inerte composé de 98% de verre recyclé (principalement de bouteilles en verre issues des filières de tri-sélectif des villes environnant les usines de production) et de 2% d'activateur minéral.

Emprisonnant une grande quantité d'air, il est particulièrement léger. Sa masse volumique en vrac est comprise entre 160 et 190 kg/m^3.

Sa teneur en air élevée lui donne un fort pouvoir d'isolation thermique, ainsi qu'une grande légèreté.

2.2.2.2. Propriétés

2.2.2.2.1. Succion d'eau

Le matériau est livré sur chantier à une teneur en eau dépendant des conditions d'exposition aux intempéries sur le site de stockage de l'usine.

Le « granulat de verre cellulaire MISAPOR » présente une hauteur de succion d'eau par capillarité de 60 mm (mesurée en laboratoire selon la norme EN 1097-10).

2.2.2.2.2. Propriétés chimiques

Etant composé de verre à 98% et d'activateur minéral à 2%, le granulat contient principalement de la silice et dans une moindre mesure des oxydes de sodium, de calcium et de magnésium.

Il est inerte vis-à-vis de l'environnement et de la santé humaine. Il ne brûle pas, ne produit pas de réactions chimiques, physiques ou biologiques susceptibles de présenter un caractère dangereux ou toxique vis-à-vis de l'environnement ou de la santé humaine.

Des essais de lixiviation réalisés en laboratoire conformément aux normes NF EN 1744-3 et EN 12457-4 ont montré de très faibles teneurs en éléments chimiques relargués, en particulier très inférieures aux plafonds prescrits par l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

2.2.2.2.3. Granularité « MISAPOR Standard Plus 10/50 »

Le matériau a une granularité 10/50 mm (avec une tolérance de 5% au passant à 10 mm et de 20% au passant à 50 mm) caractérisée suivant les normes EN 933-1 et 933-2 relatives aux essais à réaliser sur granulats légers.

Les essais en laboratoire ont montré que le compactage du matériau jusqu'à des taux de 1,3 pour 1 fracturait principalement les plus gros éléments, sans créer notablement de fines.

2.2.2.2.4. Masse volumique

Le procédé présente une masse volumique en vrac comprise entre 160 et 190 kg/m³ (mesurée selon la norme EN 1097-3). Compacté à un taux de 1,3 pour 1, la masse volumique se situe entre 210 et 250 kg/m³.

La masse volumique réelle du matériau mesuré selon la norme EN 1097-6 (définie comme la masse des granulats rapportée à leur seul volume, hors volume intergranulaire) s'élève à environ 380 kg/m³.

2.2.2.2.5. Perméabilité

Compte tenu de sa porosité intergranulaire, le « granulat de verre cellulaire MISAPOR » présente une grande perméabilité (typiquement de 10^{-2} jusque à 10^{-3} m/s) une fois la couche compactée à 1,3 pour 1.

2.2.2.2.6. Résistance à l'écrasement

Compacté à un taux de 1,3 pour 1, le granulat « MISAPOR Standard Plus 10/50 » présente une résistance à l'écrasement (mesurée selon la norme EN 826) de 660 kPa pour une déformation de 10%.

Il s'agit d'un seuil minimum au-dessus duquel se situe la totalité de la production. Les résistances à l'écrasement à 10% de déformation sont mesurées tous les jours dans chaque usine dans le cadre du contrôle qualité de la production.

Des essais comparatifs ont montré que l'humidité du matériau n'a pas d'influence notable sur la résistance à la compression du matériau.

2.2.2.2.7. Déformation à long terme sous contrainte

Des essais de déformation de long terme ont été réalisés en laboratoire à l'œdomètre de grand diamètre sur le matériau compacté à un taux de 1,3 pour 1. Ils ont montré que le granulat « MISAPOR Standard Plus 10/50 » ne présentait aucune déformation à long terme jusqu'à une contrainte de 250 kPa.

2.2.2.2.8. Résistance au gel – dégel

Des essais réalisés en laboratoire selon la norme EN 13055-2 relative aux granulats légers ont montré qu'à l'issue de 20 cycles de gel à l'air libre à -15°C et de dégel dans l'eau à +20°C, le matériau ne présentait pas de sensibilité notable au gel/dégel.

2.2.2.2.9. Résistance au cisaillement monotone

Des essais de cisaillement monotone en référence aux normes NF P94-070 et NF EN 1097-11 ont été réalisés au triaxial de grand diamètre à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées située à Marne-la-Vallée. Ils ont mis en évidence :

- Un angle de frottement de 35°,
- Une cohésion apparente de quelques dizaines de kPa (liée à l'imbrication des granulats).

Le rapport complet de la campagne d'essais est disponible sur demande auprès de MISAPOR.

2.2.2.2.10. Résistance au cisaillement cyclique à petites déformations

Des essais de cisaillement cyclique à petites déformations (10^{-5} à 10^{-2} m/m) en référence aux normes NF P94-070 et NF EN 1097-11 ont été réalisés au triaxial de grand diamètre à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées située à Marne-la-Vallée.

Les résultats obtenus montrent un comportement des granulats MISAPOR 10/50 similaire ou supérieur à ceux connus pour d'autres matériaux naturels de construction, tels sable ou grave.

2.2.2.2.11. Réaction au feu

Compte tenu de sa nature et de son mode de production, le granulat MISAPOR est totalement incombustible. Il appartient à la catégorie A1 selon la classification européenne des produits de construction vis-à-vis de leur réaction au feu.

2.2.2.2.12. Conductivité thermique

Compacté à un taux de 1,3 pour 1, le procédé MISAPOR 10/50 présente une conductivité thermique déclarée de 0,093 W/(m·K) correspondant à la valeur de l'ETA-13/0549 (Marquage CE système 1+).

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Prescriptions techniques

2.3.1.1. Etude géotechnique

Une étude géotechnique doit être réalisée préalablement à la conception et au dimensionnement des dallages ou radiers. Elle sera faite suivant la norme NF P 94-500 et les prescriptions de la norme NF EN 1997-2 section 2.. Le contenu de cette reconnaissance servira aux justifications des ouvrages de fondation.

Un système de drainage doit systématiquement être réalisé pour l'application en fondation radier. Une sur profondeur est à faire sur la périphérie pour intégrer un drain avec cunette.

L'épaisseur globale finale de granulat de verre cellulaire « MISAPOR Standard Plus 10/50 » est définie par l'étude thermique et les vérifications structurelles liées aux différents cas de charges.

2.3.1.2. Etude thermique

Une étude thermique doit être réalisée pour la conception et le dimensionnement des éléments de fondation de l'ouvrage, en prenant une conductivité thermique utile de 0,093 W/(m.K).

2.3.2. Généralités

La conception de chaque projet comprend un volet géotechnique et un volet thermique.

Les études de projet intègrent les conditions géotechniques du site, les conditions d'environnement (hydrologie, climat et gel notamment), les fonctions du bâtiment, les sollicitations permanentes et de service associées, ainsi que les caractéristiques de « granulat de verre cellulaire MISAPOR ».

Les études permettent de définir les épaisseurs et zones d'application de MISAPOR, les conditions à remplir par les sols d'assise, les ouvrages d'assainissement et de drainage.

Les normes de référence sont en particulier :

- Eurocode 7 : Calculs géotechniques ;
- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton ;
- Eurocode 8 : Conception et dimensionnement parasismiques des structures ;
- NF DTU 13.3 : Dallages - Conception, calcul et exécution.

Les études vérifieront la compatibilité des déformations prévisibles avec les déformations admissibles selon la nature et la destination du bâtiment, en particulier en cas d'emploi de « granulat de verre cellulaire MISAPOR » en forte épaisseur et/ou sous contrainte de travail élevée et/ou dans des configurations spécifiques (épaisseurs variables par exemple).

Dans le cas de bâtiment industriel avec des équipements vibrants, la conception et le dimensionnement de l'assise sous chargement cyclique seront réalisés par un bureau d'études spécialisé.

2.3.3. Dimensionnement des dallages

Les dallages sont dimensionnés conformément au NF DTU 13.3 en assimilant la couche de granulats « MISAPOR Standard Plus 10/50 » à un isolant thermique et en considérant un module d'Young de 14 MPa (conformément à la certification délivrée par le DIBT).

Le dimensionnement d'un dallage recouvre :

- Sur l'aspect géotechnique : La couche de granulats MISAPOR n'étant pas une couche de forme, la vérification des caractéristiques des sols et matériaux d'assise, y compris la couche MISAPOR, situés sous le radier doit être réalisée conformément à la norme NF P94- 261.. Le sol support doit être réceptionné avec un moyen d'essais conforme au NF DTU 13.3 P1-1-1/P1-1-2 ;
- Pour la couche de granulat « MISAPOR Standard Plus 10/50 » : L'épaisseur minimum est de 15 cm vu la granulométrie de 10/50 du granulat. La vérification d'une déformation inférieure à 2% aux différents états de service retenus et d'une raideur résultante minimale sur la couche de granulats « MISAPOR Standard Plus 10/50 », pour une épaisseur maximale de 46 cm ;
- Sur l'aspect béton: la vérification des états limites de service vis-à-vis des déformations absolue et différentielle du dallage, de la résistance à la compression du béton (dallage en béton armé) ou de la résistance en traction du béton (dallage non armé).

2.3.4. Dimensionnement des radiers

Les radiers sont dimensionnés conformément à :

- Eurocode 7 : Calculs géotechniques ;
- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton ;
- Eurocode 8 : Conception et dimensionnement parasismiques des structures ;
- NF P 94-261 : Justification des fondations superficielles.

Comme pour les dallages, l'épaisseur minimale est de 15 cm et il est considéré pour la couche de granulats « MISAPOR Standard Plus 10/50 » un module d'Young de 14 MPa (conformément à la certification délivrée par le DIBT).

Le dimensionnement d'un radier recouvre :

- Sur l'aspect géotechnique: la vérification du non-poinçonnement des sols et matériaux d'assise situés sous le radier (y compris couche MISAPOR), la vérification de la durabilité de leurs caractéristiques, le calcul des tassements prévisibles à court et long termes ;
- Sur l'aspect sismique: la vérification du non-cisaillement et de la non-liquéfaction des sols et matériaux d'assise situés sous le radier (voir §2.3.5, §2.2.2.2.9 et §2.2.2.2.10 pour la partie sismique) ;
- Sur l'aspect béton: la vérification des états limites de service vis-à-vis des déformations absolue et différentielle du radier et de la résistance à la compression du béton.

Le sol support doit présenter une assise de portance homogène EV2 > 15 MPa mesurée par des essais à la plaque.

2.3.5. Spécificités de conception en zone sismique

Conformément aux résultats des essais de laboratoire réalisés sur le matériau par l'Ecole Nationale des ponts et chaussée à Marne-la-Vallée (notamment essais de cisaillement cyclique à petites déformations au triaxial de grand diamètre), le comportement des granulats MISAPOR 10/50 vis-à-vis du séisme est similaire ou supérieur à celui de matériaux naturels de construction tels sable ou grave. L'analyse modale ne change pas et la couche n'est pas de nature à constituer une isolation au

sens de la norme NF EN 1998-1 (module de cisaillement, coefficient d'amortissement). L'utilisation de granulats de verre cellulaire MISAPOR sous un bâtiment ne modifie pas les conditions classiques d'étude sismique.

Pour les bâtiments soumis à exigences sismiques sur radier, le film polyéthylène est remplacé par une surépaisseur minimale de granulat MISAPOR compacté de 1 cm, puis recouverte d'un béton de propreté (consistance S2 et conforme à la fiche technique du §2.9.2) d'une épaisseur minimale de 4 cm avant coulage proprement du béton du radier.

2.3.5.1. Domaine de justification

Le décret d'application 2010-1255 du 22 octobre 2010 de l'Eurocode 8 (NF EN 1998-1), qui spécifie l'application de la réglementation parasismique française, définit les catégories d'importance des bâtiments et les zones géographiques de sismicité.

2.3.5.2. Principe de conception du système de fondation

Comme les essais de laboratoire au triaxial de grand diamètre l'ont montré, il est considéré pour la couche de granulats « MISAPOR Standard Plus 10/50 » des caractéristiques sismiques équivalentes à celles des matériaux sableux ou granulaires classiques (module de cisaillement, coefficient d'amortissement).

Du fait de sa nature, le granulat « MISAPOR Standard Plus 10/50 » ne présente pas de risque de liquéfaction sous séisme.

2.3.6. Traitement des situations particulières

2.3.6.1. Mise hors-gel des sols d'assise

La mise hors gel des sols d'assise est réalisée selon les règles en vigueur, notamment pour les bâtiments non chauffés et les bâtiments frigorifiques.

Le procédé de « granulat de verre cellulaire MISAPOR », avec au minimum une épaisseur de 30 cm compacté, permet de supprimer la bèche de mise hors gel (schéma de gauche) grâce à un débordement sur l'extérieur de la fondation radier/dallage suivant le principe des figures 1 et 2 suivantes :

Figure 1 : Principe de traitement du pont thermique d'un ouvrage sur radier

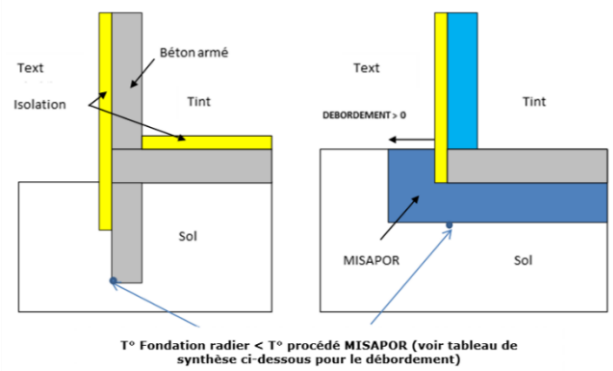
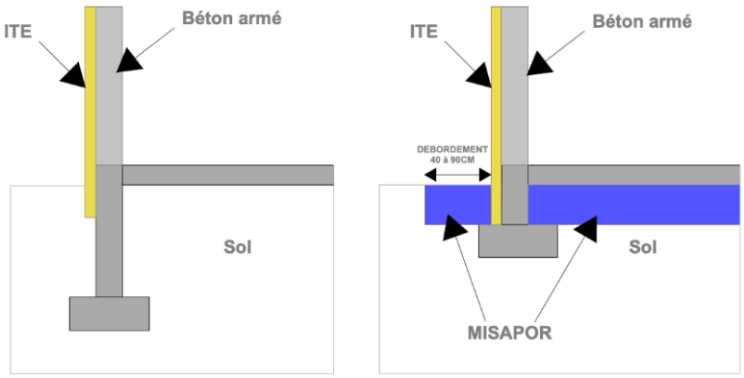


Figure 2 : Principe de traitement du pont thermique dans le cas d'un ouvrage sur fondation superficielle + dallage



Pour les largeurs de débordement de la couche de granulats « MISAPOR Standard Plus 10/50 » à l'extérieur de la fondation des bâtiments, se référer au tableau ci-après du Dossier Technique tiré du rapport CSTB n°14-060 et des conclusions de l'étude du CSTB n°17-009.

Tableau 1 de synthèse correspondant au remplacement d'une fondation hors gel traditionnelle en béton par un débord avec le granulat « MISAPOR Standard Plus 10/50 » calculé avec le lambda utile :

Encastrement admis pour une fondation en cm	*Débordement extérieur de Misapor en cm avec une épaisseur minimale de 30cm sous dallage ou radier*
50	***40***
60	***45***
70	***50***
80	***55***
90	***60***
100	***65***
110	***70***
120	***75***
130	***80***
140	***85***
150	***90***

Enfin, il est clairement rappelé que ce débord ne doit en aucune façon être supprimé ou réduit durant la vie de l'ouvrage du fait de son rôle de protection contre les risques de gel du sol de fondation.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Prescriptions techniques (cf. figures 3 et 4)

La mise en œuvre doit être réalisée conformément aux articles qui suivent et en effectuant le contrôle de niveau et d'épaisseur de couche compactée suivant le 2.4.6.

Pour les dallages, le sol support doit être réceptionné un moyen d'essais conforme au NF DTU 13.3 P1-1-1/P1-1-2.

Dans le cas de sols fins ayant un caractère limoneux ou argileux, un géotextile de séparation (150-200 g/m²) doit être mis en œuvre entre le sol support et la couche de « granulat de verre cellulaire MISAPOR ».

Vis-à-vis des risques de séisme, il doit être vérifié l'absence de couche de sol liquéfiable par l'équipe de conception.

Un système de drainage doit être réalisé à la base de la couche de granulats de verre cellulaire MISAPOR en respectant les prescriptions de la partie 2.4.4.

Pour la réalisation du compactage, le choix du compacteur devra être validé par MISAPOR. En cas d'équipement trop lourd, il existe un risque d'enlisement.

Après compactage, un polyane macroperforé doit ensuite être mis en œuvre avant coulage du dallage ou du radier.

Pour les radiers, le polyane ne pourra être mis en œuvre que pour les bâtiments non-soumis à des exigences sismiques.

Le coulage du dallage ou du radier devra se faire à la pompe.

La fiche d'autocontrôle fournie en annexe 2 du Dossier Technique doit être réalisée en fin de travaux avec notamment le point critique relatif au compactage à renseigner.

Enfin, il est clairement rappelé que le débord périphérique de la couche de granulats de verre cellulaire MISAPOR ne doit en aucune façon être supprimé ou réduit durant la vie de l'ouvrage du fait de son rôle de protection contre les risques de gel du sol de fondation.

2.4.2. Stockage sur chantier

Le « granulat de verre cellulaire MISAPOR » étant inerte et imputrescible, il n'y a pas de contrainte particulière de stockage sur chantier, si ce n'est d'éviter les pollutions par d'autres matériaux.

2.4.3. Préparation du support

Le support doit être réceptionné en nature et portance en cohérence avec l'étude géotechnique du projet.

Le support doit être nivelé, compacté, exempt de déchets ou autres matériaux impropres. Il ne doit pas être gelé, ni recouvert de neige.

Dans le cas de sols fins ayant un caractère limoneux ou argileux, il convient de mettre en œuvre un géotextile de séparation (150-200 g/m²) entre le sol support et la couche de « granulat de verre cellulaire MISAPOR ».

Vis-à-vis des risques de séisme, il doit être vérifié l'absence de couche de sol liquéfiable par l'équipe de conception.

2.4.4. Drainage et étanchéité périphériques (cf. figures 3 et 4)

Un système de drainage périphérique doit être mis en œuvre sous la couche de « granulat de verre cellulaire MISAPOR », relié à un exutoire avant la mise en place du MISAPOR conformément au NF DTU 20.1 P3.

Pour les ouvrages avec dallage et en cas de nécessité de mise en œuvre d'une étanchéité sur les pieds de murs extérieurs enterrés (figure 4), la conception et la mise en œuvre doivent être conformes aux prescriptions du NF DTU 20.1, lesquelles doivent être respectées strictement. À ce titre, MISAPOR préconise l'emploi du procédé SOMDRAIN® T5 d'AFITEXINOV, bénéficiant d'un Document Technique d'Application n°5.2/20-2681 pour les supports en béton banché ou en maçonnerie de petits éléments. Ce procédé est constitué d'une nappe filtrante et d'une nappe drainante collée à un film en PVC plastifié.

Le granulat MISAPOR peut ensuite être mis en œuvre par couches successives et compactées (cf. §2.4.5).

2.4.5. Mise en œuvre

Le « granulat de verre cellulaire MISAPOR » peut être régalé sur le chantier soit par une chargeuse sur chenilles (matériau livré en vrac), soit par une grue (matériau livré dans des bâches de déversement ou en Big-Bag).

Des mesures doivent être prises pour séparer les différentes couches de matériau. Exemple : un géotextile anticontaminant côté terre et un film PE macroperforé (épaisseur 0,2 mm) côté haut pour empêcher la pénétration de béton frais lors de la réalisation du radier ou du dallage.

Conformément au NF DTU 13.3, une interface sous forme de couche de sable de 20 mm d'épaisseur peut être réalisée sur le géotextile recouvrant le « granulat de verre cellulaire MISAPOR ». Un film PE de 0,2 mm macroperforé devra ensuite être mis en œuvre avant positionnement des armatures sur calles et coulage du béton, sans avoir recourt à des engins ou des véhicules pouvant endommager la couche de granulats.

Le compactage est effectué à l'aide d'une plaque vibrante adaptée (80-150 kg par couche de 26 cm en vrac conseillé – 20 cm après compactage au taux de 1,3 pour 1) ou de rouleaux lisses (jusqu'à 1,5 t/par couche de 39 cm en vrac conseillé – 30 cm après compactage au taux de 1,3 pour 1).

Pour une épaisseur finie de plus de 30 cm, le « granulat de verre cellulaire MISAPOR » doit être mis en œuvre en plusieurs couches. Le contrôle du taux de compactage doit se faire couche par couche par contrôle topographique de nivellement.

La circulation de véhicules sur la couche de MISAPOR compactée sera interdite.

De façon générale, on veillera à l'homogénéité de la préparation du sol support, de la mise en place et du compactage du « granulat de verre cellulaire MISAPOR ».

Pendant la mise en œuvre et le compactage, le « granulat de verre cellulaire MISAPOR » doit être maintenu latéralement par un coffrage, une banquette ou directement par le terrain naturel. Pour avoir plus d'information concernant la mise en œuvre, voir le document en annexe 1. Le guide complet pour la mise en place et compactage du granulat « MISAPOR Standard Plus 10/50 » peut être demandé auprès du fabricant.

Le béton doit être mis en place sans rouler sur le granulat, par exemple :

- à la pompe à béton,
- à la goulotte,
- au convoyeur,
- à la grue avec une benne à béton,
- ou par tout autre moyen équivalent permettant un coulage à distance.

L'objectif est de préserver l'intégrité et la compacité de la couche de MISAPOR pendant toute la phase de bétonnage.

2.4.6. Contrôles qualité

2.4.6.1. Cadre général

Pour les maisons individuelles, les dispositions de mise en œuvre et de contrôle qualité sont celles définies au NF DTU 13.3 P1-1-2 pour les dallages et de façon plus générale au NF DTU 13.1 pour les fondations superficielles.

Pour les autres ouvrages, les dispositions de mise en œuvre et de contrôle qualité sont celles définies aux NF DTU 13.1 et NF DTU 13.3 P1-1-1, avec :

- Pendant la période de préparation du chantier : l'établissement par l'entreprise chargée des travaux d'un plan d'assurance qualité (PAQ) comprenant les procédures d'exécution, les demandes d'agrément de produits et le plan des contrôles qualité (topographie, teneur en eau / densité / portance in-situ, essais de laboratoire, etc...). Ce PAQ est soumis à l'agrément du Maître d'œuvre ;
- Pendant les travaux : le suivi de l'application de ce PAQ. Les résultats des contrôles in-situ et en laboratoire sont régulièrement synthétisés par l'entreprise, analysés vis-à-vis des objectifs qualité et transmis au Maître d'œuvre.

De façon générale, quel que soit le type de bâtiment, il est rappelé l'importance des études géotechniques prévues par la norme NF P94-500 aux différentes étapes des projets, notamment les missions G2 d'études géotechniques de projet, G3 d'études géotechniques d'exécution et G4 de supervision géotechnique en phase travaux. Pour cette dernière mission, le rôle du géotechnicien porte en particulier sur la vérification de la cohérence des sols rencontrés avec les études préalables, l'ajustement éventuel des dispositions constructives (substitution, couche de forme, etc...) et le contrôle qualité des matériaux extérieurs et méthodes de mise en œuvre.

2.4.6.2. Contrôle des épaisseurs et du compactage

Le granulat « MISAPOR Standard Plus 10/50 » est mis en œuvre par couche d'épaisseur de 30% supérieure à l'épaisseur visée après compactage. Ce rapport représente le meilleur compromis entre d'une part la capacité portante et la rigidité de la couche compactée, et d'autre part la limitation de la fracturation du matériau et de la création de fines vis-à-vis des performances recherchées en isolation thermique.

La réduction de hauteur entre le régalage initial et le compactage final est vérifiée par un suivi topographique (1 point tous les 25 m² a minima conseillé), à l'aide de moyens classiques (piges, niveau laser, théodolite) afin d'atteindre le facteur de 1,3 pour 1.

Les tolérances de mise en œuvre visées seront de +1/-2 cm par rapport au niveau théorique fini.

L'entreprise chargée des travaux doit utiliser le modèle de fiche de contrôle figurant en annexe 2 et une fois complétée, la transmettre au Maître d'Ouvrage et au Maître d'œuvre, ainsi qu'à MISAPOR.

2.4.7. Réception

La réception de la couche de « granulat de verre cellulaire MISAPOR » doit être prononcée après vérification d'obtention de résultats de contrôles qualité conformes aux objectifs (topographie, épaisseur et niveau avant et après compactage).

2.5. Traitement en fin de vie

Le procédé peut être traité comme un granulat traditionnel. Il peut également être réemployé pour un autre domaine d'application comme pour du remblai allégé ou du substrat allégé.

2.6. Assistante technique

La société MISAPOR produit et commercialise le matériau mais n'assure pas de mise en œuvre sur chantier. Elle peut apporter sur demande une assistance technique aux entreprises chargées de la mise en œuvre. L'annexe 1 du dossier technique apporte des précisions sur la mise en œuvre.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Prescriptions techniques

La fabrication du granulat de verre cellulaire est réalisée dans les usines suisses de Surava et de Dagmersellen. Seule l'usine de Dagmersellen approvisionne le marché français. Le processus est décrit au 2.8.2.

La production des granulats fait l'objet d'un suivi qualité de niveau Système 1+ relativement au système d'évaluation et de vérification de la constance des performances lié au marquage CE.

Des contrôles externes effectués par l'institut Fraunhofer, dans le cadre de la certification du procédé par l'ETE, sont également réalisés annuellement.

Le plan des contrôles internes et externes est détaillé au2.8.3 et le plan de contrôle rattaché à l'ETE peut être demandé à tout moment auprès de la société MISAPOR SA.

2.7.2. Description du processus de fabrication

Les granulats peuvent être produits dans deux usines en Suisse :

- MISAPOR AG – Werkstrasse 32 – CH-6252 DAGMERSELLEN,
- MISAPOR AG – Bahnhofstrasse 19 – CH-7472 SURAVA.

Ils sont fabriqués à partir de verre de recyclage broyé, cuit dans un four à plus de 950°C avec 2% d'additions minérales jouant le rôle de « poudre à lever ». Ces additions provoquent un dégagement interne de CO_2 qui fait « mousser » la pâte de verre et emprisonne ainsi une grande quantité d'air sous forme de millions de microbulles. Rapidement refroidi en sortie de four, le verre cellulaire se brise sous forme de granulats de dimensions variables.

2.7.3. Contrôles

Les contrôles qualité assurés par le producteur font l'objet d'un plan de contrôle défini dans le cadre du marquage CE (système 1+). Ils consistent :

- Contrôle visuel à réception de la matière première (bouteilles en verre et vérification de la propreté/présence d'autres déchets) ;
- Contrôle de la production toutes les 8 heures (au changement de poste) par réalisation d'un essai de masse volumique en vrac et de résistance à l'écrasement au laboratoire de l'usine ;
- Contrôle de la teneur en eau une fois par mois ;
- Contrôle de la teneur en matière organique sur la farine une fois par jour en usine et deux fois par an par un laboratoire extérieur ;
- Contrôle trois fois par jour des volumes produits par four, de l'énergie consommée et vérification des déviations éventuelles.

Dans le cadre de l'Evaluation Technique Européenne 13/0549, l'institut Fraunhofer fait dans chaque usine de production un contrôle de qualité 2 fois par année. Les rapports des contrôles externes effectués par l'institut Fraunhofer peuvent être demandés à tout moment auprès de la société MISAPOR.

La fréquence des contrôles internes et externes sur les principales caractéristiques sont détaillées dans le plan de contrôle annexé à l'ETE 13/0549. Le résumé est affiché dans le tableau 2 suivant :

Tableau 2 : fréquences des contrôles internes et externes sur les principales caractéristiques

Propriété / caractéristique	***Fréquence de test pour chaque produit***	
	Contrôle interne de la production	***Contrôle externe de la production***
Densité	***Minimum demandé 1x / jour (fait 3x / jour)***	***2x / année***
Conductivité thermique	***1x tous les 3 mois***	***2x / année***
Résistance à la compression à 10% d'écrasement	***Minimum demandé 1x / jour (fait 3x / jour)***	***2x / année***
Comportement au cycle Gel/Dégel	***-***	***1x / année***
Conductivité thermique des échantillons humide	***-***	***1x / année***
Compatibilité avec l'environnement / substances détachables	***-***	***4x / année***
Valeur Quantile de 5% de la contrainte de compression à 10% de déformation	***2x / an (par ligne de production) 50 résultats doivent être récoltés***	***-***
Distribution de granulométrie	***Tous les 3 mois***	***-***
Résistance des grains/granulats	***1x par mois***	***-***
Module œdométrique	***-***	***1x tous les 5 ans***
Absorption d'eau par immersion totale de longue durée	***-***	***2x par année***
Paramètre de cisaillement	***-***	***1x tous les 5 ans***

2.7.4. Marquage – Stockage - Livraisons

Etiquetage des big-bags et établissement de bons de livraison pour toutes les commandes.

Stockage en vrac ou en big-bags de 2 ou 3 m^3 à des endroits différents du site de production ou chez les distributeurs,

Livraisons par camions semi-remorque à fond mouvant jusqu'à 90m3 en vrac, 52 m^3 en big-bags de 2 m^3 et 72 m^3 en big-bags de 3 m^3.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

Toutes les études de laboratoire et rapports d'essais antérieurs à 2013 ont servi de support à l'élaboration de l'Evaluation Technique Européen n°ATE-13/0549.

Etudes et rapports :

- Etude du granulat de verre cellulaire MISAPOR 10/50 au triaxial de grand diamètre – Laboratoire de l'ENPC à Marne-la-Vallée – 2016 ;
- Rapport CSTB de « Vérification de la protection des sols contre le gel au droit du radier » n°14-060 du 19/08/2015 (épaisseur de radier de 20cm et isolation thermique par l'extérieur) ;
- Rapport CSTB de « Estimation de l'impact d'une conductivité thermique de MISAPOR de 0,12 W/(m.K) sur la température minimale atteinte au droit du mur et sous la fondation » n°17-009 du 07/03/2017 ;
- Rapport du 15/2/2011 de l'institut des Mines et de génie civil de Freiberg sur la détermination des paramètres de cisaillement (C et φ) ;
- Rapport ENPC du 7/10/2016 sur l'analyse du comportement mécanique du granulat MISAPOR 10/50 ;
- Synthèse des essais triaxiaux réalisés à l'Ecole Nationale des ponts et chaussée à Marne-La-Vallée réalisé par EGIS Géotechnique ;
- Certificat de constance des performances n°1004-CPR-D-0002/2020 établi par l'institut FRAUNHOFER le 24/06/2020 ;
- Rapport d'essais MISAPOR de coulage de béton de propreté sur couche de granulat MISAPOR, 23/7/2025 ;
- Essais de pénétration de béton de propreté sur éprouvettes de granulats MISAPOR en présence du CSTB, 26/9/2025.

2.8.2. Références chantiers

Tableau 3 : Dernières références chantiers**Nom de chantier**	**Ville**	**Année**	**Type d'ouvrage**	**Mise en œuvre (sous radier / sous dallage)**	**Épaisseur de MISAPOR (cm)**	**Quantité (m³)**
Projet Résidence passive	Vandoeuvre-lès-Nancy	2025	30 logements passifs R+3	Isolation sous radier	60	400
Presbytère Schlierbach	Schlierbach	2025	Rénovation du bâti ancien	Isolation sous dallage	30	200
Réhabilitation, restructuration et extension Du Gymnase du Conseil de XV	Strasbourg	2024	Rénovation et extension d'un existant ERP	Isolation sous dallage	30	350
Construction complexe sportif	Breuvannes-en-Bassigny	2025	Ouvrage ERP	Isolation sous radier	35	315
Bâtiment Périscolaire	Hesingue	2024	Ouvrage ERP	Isolation sous radier	30	180
Projet rénovation	Cusy	2025	Rénovation du bâti ancien	Isolation sous dallage	20	46
Extension de bâtiment Ecole François Mitterrand	Puy-Guillaume	2025	Extension d'une Ecole	Isolation sous dallage	30	98
Château de Benouville	Bénouville	2025	rénovation château	Isolation sous dallage	25	144
Projet construction Maison	Plateau-des-Petites-Roches	2025	Maison individuelle	Isolation sous radier	30	40
Projet maison passive bois paille	Gilley	2025	Maison individuelle	Isolation sous radier	30	80
Projet 2 maisons SMaLL	Passy	2025	Maison individuelle	Isolation sous radier	47	88
Projet rénovation CHÂTEAU	Paray-sous-Briailles	2025	Rénovation du bâti ancien	Isolation sous dallage	25	87
Proejt construction	Le Cheix	2025	Maison individuelle	Isolation sous radier	30	54

2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

Fiche technique du béton de propreté

Composition

Centrale : ST ETIENNE
Client : MISAPOR
Tel : Fax :
Chantier : BETON DE PROPRETE POUR ESSAI

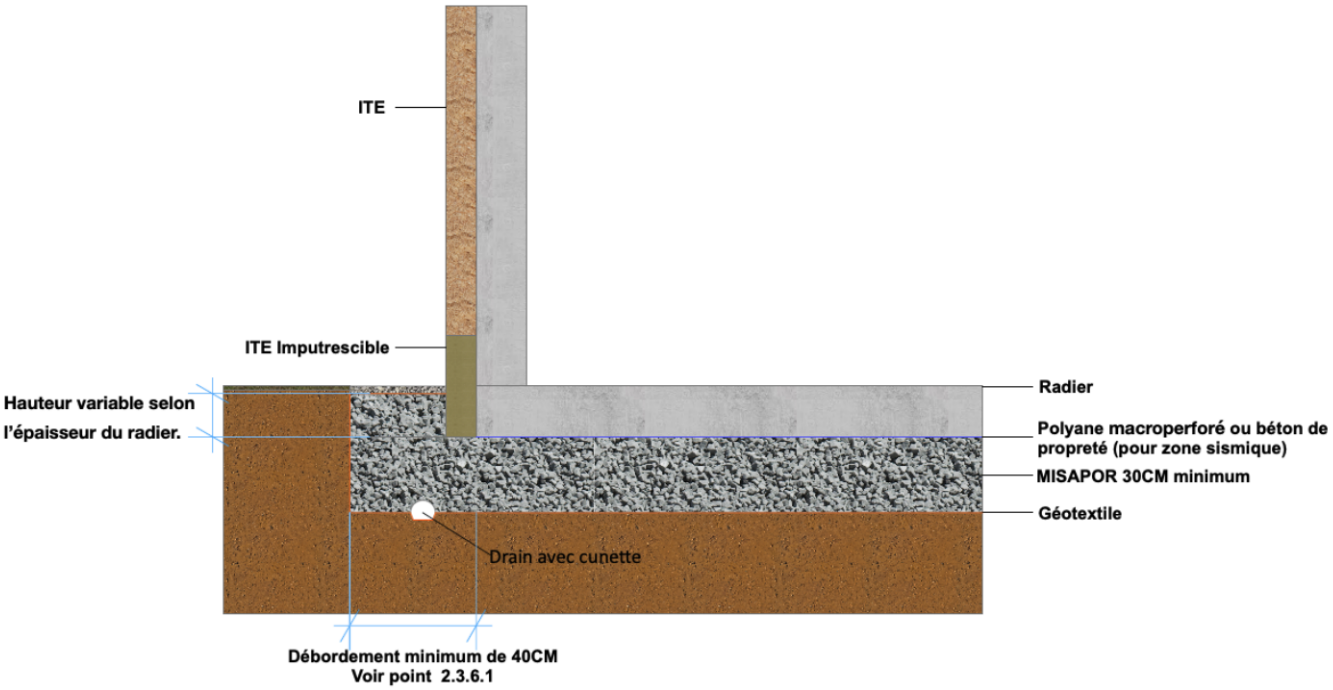
Produit
Béton Propreté II/B-M 42,5N CP2 D22 S2
BC162MM20X

Caractéristiques techniques

Dmax	:	22.4	Liant équ.	:	147
Consistance	:	S2 50 a 90 mm	Eau efficace	:	133
Résistance garantie	:	MPa Cylindre	Eau eff / liant équ.	:	0.90
Classe d'exposition	:		A dans liant équ.	:	0
Classe de chlorure	:		Dosage mini	:	
E/C maxi	:		Dosage demandé	:	
			G/S	:	1.20

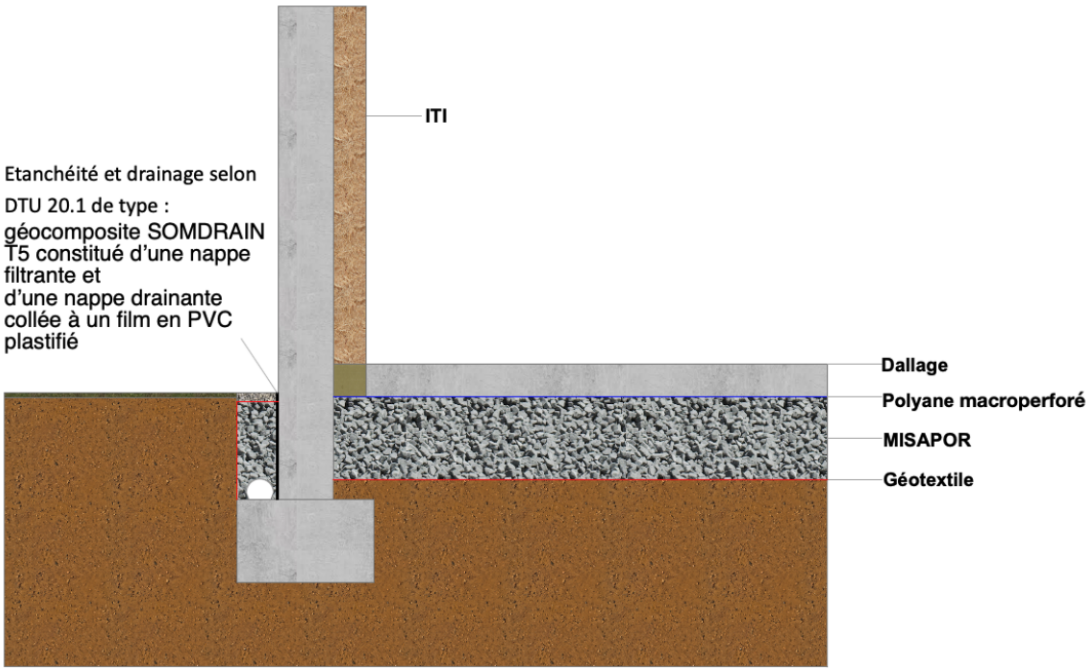
Type	Constituant	Libellé	Quantité (kg/m³)	Quantité (% ou litre)
Ciments 1	IILLP42NVZ	CEM II/B-M (LL-P) 42,5 N Val d	147	
Sables 1	0/4SCL LG	0/4 All SCL St Bonnet de Mûre	900	
Gravillons 1	11/22 LG	11/22,4 All SCL St Bonnet de M	740	
Gravillons 2	4/11.2 LG	4/11,2 All SCL St Bonnet de Mû	340	
Eaux 1	EAU DECANT	EAU DECANTEE	155	155.00
TOTAL			**2 282**	

Figure 3 : Coupe de principe avec fondation radier et isolation thermique par l'extérieur



NB. : Pour les radiers, le polyane macroperforé ne pourra être mis en œuvre que pour les bâtiments non-soumis à des exigences sismiques. En cas d'exigences, il convient de se référer au §2.3.5 pour le béton de propreté.

Figure 4 : Coupe de principe avec fondation filante et dallage ; isolation thermique par l'intérieur



Il est rappelé que la conception et la mise en œuvre doivent être conformes aux prescriptions du NF DTU 20.1, lesquelles doivent être respectées strictement. À ce titre, MISAPOR préconise l'emploi du procédé SOMDRAIN® T5 d'AFITEXINOV, bénéficiant d'un Document Technique d'Application n°5.2/20-2681.

Annexe1

MISAPOR

DIRECTIVE DE MISE EN PLACE

1 PRÉPARATION DE LA FOUILLE

Avant la mise en place du MISAPOR, il est conseillé de régler le fond de fouille le plus propre possible et au niveau désiré. La plateforme doit être réceptionnée, son altimétrie et sa surface doivent être contrôlées précisément. La plateforme doit répondre aux exigences, à contrario le volume de MISAPOR pourrait être plus important pour compenser le niveau ou la surface mal réglée.

Un **géotextile non tissé (150-200 gr/m²) contre terre** est conseillé. Le géotextile devra dépasser d'au minimum 1,2 m sur les côtés pour que l'on puisse le rabattre par après sur la couche de MISAPOR compacté. Lors de la livraison du MISAPOR en vrac, il faudra **éviter de le stocker sur une plateforme intermédiaire**, sans quoi une perte d'environ 5 à 10% devra être prise en compte dans le calcul des quantités à livrer. Si le MISAPOR est stocké sur une plateforme intermédiaire, il faut qu'il soit stocké sur un géotextile afin d'éviter qu'il se mélange avec d'autres matériaux.

2 POSE D'UN DRAINAGE PÉRIPHÉRIQUE ET CANALISATION AU FOND DE FOUILLE

Il est conseillé de mettre un **drainage périphérique** sur le pourtour du bâtiment afin d'évacuer au mieux les eaux de pluie. Les canalisations seront posées directement sur le terrain et seront remblayées par le MISAPOR. Il faudra au minimum 15 cm de granulat de verre cellulaire sur la canalisation pour pouvoir compacter le matériau sans endommager celle-ci.

3 POSE ET MISE EN PLACE

Il est recommandé de créer un plan pour les grandes surfaces avec les zones correspondantes au volume livré par chaque camion:

1. Délimiter – tracer sur la plateforme la surface qui accueillera le volume du chargement du camion. Faite ceci pour chaque camion en délimitant votre plateforme par zone numérotée.
2. Etaler la quantité de MISAPOR livrée sur la zone tracée à cet effet. Il est recommandé de commencer la mise en place depuis l'arrière de la plateforme vers l'avant. Le MISAPOR est réglé au niveau avant compactage (niveau de +30% que l'épaisseur finie – compacté). Par exemple, si l'on veut une épaisseur de 30 cm, régler le MISAPOR à une épaisseur de 39cm (30 cm x 1,3 facteur de foisonnement).
3. La mise en place peut se faire avec une pelle mécanique ou bâche de déversement pour le vrac ou en Big Bag.
4. Une fois le MISAPOR complétement étalé sur la plateforme, veuillez contrôler le niveau du remblai de verre cellulaire. Ce niveau correspond à une hauteur de +30% par rapport au niveau désiré après compactage. Le réglage du niveau de MISAPOR peut se faire à l'aide d'un râteau ou d'une pelle mécanique. Lorsque les engins de chantier sont utilisés pour la mise en place, il faudra éviter au maximum de rouler sur le matériau pour ne pas créer des fines – donc une perte non désirée du remblai de verre cellulaire.

4 CONTRÔLE DES NIVEAUX

Le contrôle des niveaux du granulat de verre cellulaire se fera avant et après compactage tous les 25 m² environs. Le contrôle peut se faire avec un laser fixé à une lambourde.

MISAPOR AG · Löserstrasse 2 · CH-7302 Landquart · Téléphone +41 81 300 08 08 · Fax +41 81 300 08 09 · info@misapor.ch
MISAPOR AG · Herderstrasse 8 · D-78056 Villingen-Schwenningen · Téléphone +49 7726 378 888 0 · Fax +49 7726 378 888 10 · info@misapor.de
MISAPOR SA · 1152, Route des Ménafauries · F-07800 Charmes sur Rhône · Téléphone +33 649 84 74 14 · info@misapor.fr

MISAPOR

DIRECTIVE DE MISE EN PLACE

5 COMPACTAGE

Une fois le MISAPOR réglé sur la surface sélectionnée préalablement et tout en ayant **respecté le réglage du verre cellulaire avec un facteur de 1,3:1**, la procédure du compactage peut commencer avec une plaque vibrante adaptée (80-150 kg /par couche de 26 cm en vrac conseillé) ou de rouleaux lisses (jusqu'à 1,5 t / par couche de 39 cm en vrac conseillé). La mise en place du MISAPOR se fera par couche de 39-40 cm maximum. Pour des épaisseurs plus conséquente (par exemple 50 cm compacté), le compactage sera fera en plusieurs couches. Le contrôle des niveaux avant et après compactage se fait à l'aide d'un laser et ceci tous les 25 m².

Attention: Il est important de **contrôler les niveaux** du remblai de verre cellulaire **après chaque passage du compacteur** afin de ne pas trop compacter le matériau. Sans contrôle régulier, il est possible de compacter le MISAPOR plus que prévu ce qui engendra une surconsommation du matériau. Le matériau étant très léger et plus fragile qu'un remblai classique, le compactage doit être progressif afin d'obtenir un compactage de qualité et uniforme. Le facteur de compactage avec un ratio de 1,3:1 peut être différent selon les applications.

Pour empêcher la pénétration de béton frais lors du coulage du radier ou de la dalle, une couche de séparation tel un PE (0,2 mm) ou un béton de propreté (3-5 cm) devra être posé sur le MISAPOR. Le choix dépend des contraintes propres au chantier.

6 ENGINS DE COMPACTAGE

Exemple: Wacker WP 1550 W

Facteur de compactage 1,3:1 – 1,2:1 – 1,1:1
Pour surface jusqu'à 200 m², Epaisseur < 26 cm en vrac soit 20 cm compacté
Plaque vibrante légère, Poids: 80 – 150kg, Fréquence: 98 Hz
Procédure de compactage:

1. Compactage avec faible vibration lors des premiers passages sur la longueur, largeur et diagonale.
2. Ensuite passage avec forte vibration afin de finir le compactage au niveau désiré.

Exemple: Wacker RD 7

Facteur de compactage 1,3:1
Pour surface à partir de 100 m², Epaisseur < 39cm en vrac soit 30 cm compacté
Rouleau vibrant à 2 cylindres lisses, Poids: 800 – 850 kg, Largeur des cylindres: 65 cm, Fréquence: 55 Hz, Force centrifuge / force totale: 13/21 KN
Procédure de compactage :

1. Compactage sans vibration lors des premiers passages sur la longueur, largeur et diagonale.
2. Ensuite passage avec vibreur activé avec faible vibration.
3. Si épaisseur désirée pas atteint, un passage supplémentaire sera fait en augmentant la force du vibreur jusqu'à obtenir le niveau final voulu.

Exemple: Wacker RD 16-90 / RD 16-100

Facteur de compactage 1,3:1
Pour surface à partir de 500 m², Epaisseur < 39cm en vrac soit 30 cm compacté
Rouleau vibrant à 2 cylindres lisses, Poids: 1300 – 1500 kg, Largeur des cylindres: 100 à 120 cm
Fréquence à 3.600 tr/min: 70 Hz, Force centrifuge par cylindre à 3.600 tr/min: 15 KN
Procédure de compactage:

1. Compactage sans vibration lors des premiers passages sur la longueur, largeur et diagonale.
2. Ensuite passage avec vibreur activé avec faible vibration.
3. Si épaisseur désirée pas atteint, un passage supplémentaire sera fait en augmentant la force du vibreur jusqu'à obtenir le niveau final voulu.

7 COFFRAGE DU RADIER

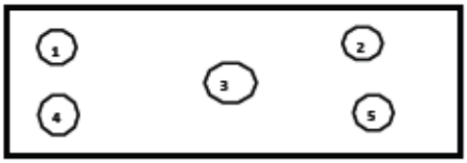
Le coffrage du radier peut être tout simplement placé sur la couche de MISAPOR compacté. Les pieux de fixation doivent être impérativement bien fixés et enfoncé dans le terrain ferme afin de résister à la pression du béton lors du coulage.

Attention: Des pieux enfoncés dans le MISAPOR ne suffisent pas, nous préconisons de renforcer les pieux de maintien du coffrage en appliquant un renfort en équerrage et un étayage à l'horizontal.

Veuillez suivre et respecter point par point nos préconisations de mise en œuvre. Nos conseillers techniques sont à votre disposition pour répondre à toutes vos questions et éventuellement vous guider sur votre chantier.

MISAPOR AG · Löserstrasse 2 · CH-7302 Landquart · Téléphone +41 81 300 08 08 · Fax +41 81 300 08 09 · info@misapor.ch
MISAPOR AG · Herderstrasse 8 · D-78056 Villingen-Schwenningen · Téléphone +49 7726 378 888 0 · Fax +49 7726 378 888 10 · info@misapor.de
MISAPOR SA · 1152, Route des Ménafauries · F-07800 Charmes sur Rhône · Téléphone +33 649 84 74 14 · info@misapor.fr

Annexe 2 - - Vérification sur le chantier - Contrôle des épaisseurs de la couche et du compactage

Date de la mise en place et contrôle	Date:..... Mois:..... Année:.....
Données du chantier et maître d'ouvrage	***Chantier*** Nom: ..... Adresse; ..... No postal et lieu: ..... ***Maître d'ouvrage*** Nom: ..... Adresse: ..... No postal et lieu: .....
Entrepreneur responsable de la mise en place du MISAPOR	Entreprise: ..... Adresse; ..... No postal et lieu: .....
Bâtiment **Application** **MISAPOR livré:**	Neuf ☐ Réhabilitation ☐ Isolation sous radier ☐ Isolation sous dallage ☐ Avec polyane ☐ Avec béton de propreté ☐ En vrac ☐ En Big Bag ☐
Mise en œuvre	Epaisseur de la couche en vrac : .....cm Epaisseur de la couche en compactée : .....cm Facteur de compactage atteint: ..... (Exemple : 1,3 : 1) Surface: .....m2 Quantité de Misapor livrée, quantité selon bulletin de livraison: .....m3 ⚠ Attention : en cas de mise en œuvre d'un béton de propreté, il est indispensable de prévoir 1 cm supplémentaire de MISAPOR en plus de l'épaisseur isolante prescrite, afin de garantir les performances thermiques attendues.
Moyens de contrôle des niveaux de la couche de MISAPOR	Laser ☐ Autre moyen ☐ Si autre moyen, lequel ? : .....
Contrôle topographique tout les 25m2 conseillé sur platteforme / fond de fouille et sur le MISAPOR une fois compacté. **Rapport des niveaux pris sur la platteforme/fond de fouille**	 Niveau sur point 1: Niveau sur point 4: Niveau sur point 2: Niveau sur point 5: Niveau sur point 3: Niveau sur point 6:
Rapport des niveaux pris sur MISAPOR compacté	Niveau sur point 1: Niveau sur point 4: Niveau sur point 2: Niveau sur point 5: Niveau sur point 3: Niveau sur point 6:
Certification du fabricant du granulat de verre cellulaire	Numéro de l'avis technique du CSTB: .....
Par sa signature, l'entrepreneur garantit que le le sol support à été réceptionné en bonne et due forme selon les prescription du fabricant Rappel: Module de Westergaard Kw minimum de 30MPa/m (maisons individuelles – selon DTU 13.3-3) ou 50MPa/m (autres bâtiments – selon DTU 13.3-1 et -2)) pour la conception d'un dallage ou de 15 MP/m pour la conception d'un radier (selon Eurocode 7 : Calculs géotechniques ; Eurocode 2 : Calcul des structures en béton ; Eurocode 8 : Conception et dimensionnement parasismiques des structures)	
Personne responsable de la mise en place et contrôle du compactage	**Lieu et date:** ..... **Nom et prénom :** ..... **Signature:** .....

Cette fiche de contrôle doit être remplie par l'entreprise qui fait la mise en place du MISAPOR. Cette fiche de contrôle doit être transmise au maître d'ouvrage, à la maitrise d'œuvre et à la société MISAPOR : info@misapor.fr