

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3.3/16-910**

Sous-couche de fondation

Granulat de verre cellulaire MISAPOR

Relevant de l'Évaluation
Technique Européenne

ETA 13/0549

Titulaire : MISAPOR SA
Löserstrasse 2
CH-7302 LANDQUART
Tél. : +41 81 300 08 08
Fax : +41 81 300 08 09
E-mail : info@misapor.fr
Internet : <http://www.misapor.com/FR/Home.html>

Groupe Spécialisé n° 3.3

Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure

Publié le 12 juillet 2017



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 3.3 « Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure » de la Commission chargée de formuler les Documents Techniques d'Application, a examiné, le 6 décembre 2016, le procédé de sous-couche de fondation « Granulat de verre cellulaire MISAPOR », présenté par la Société MISAPOR. Il a formulé sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après, pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Il s'agit d'un procédé de granulat de verre cellulaire mis-en-œuvre en sous-couche de fondation (dallages et radiers) et destiné à isoler thermiquement le niveau bas de bâtiments, mettre hors gel le sol d'assise, servir de couche drainante, contribuer à limiter les remontées capillaires, et de remblais allégés sous et en périphérie de bâtiments.

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).

1.2 Mise sur le marché

Le procédé est couvert par l'Agrément Technique Européen ETA-13/0549 établi par le DIBT en date du 22/06/2013 et valable jusqu'au 22/06/2018.

Il fait l'objet d'un marquage CE suivant le système 3.

1.3 Identification

L'identification des composants se fait par un étiquetage ou des bons de livraison comme indiqué dans le Dossier Technique établi par le Demandeur (DTED).

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

L'Avis est formulé pour les utilisations en France européenne, pour créer des sous-couches isolantes et drainantes de dallages et radiers.

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 15cm et 40cm.

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

Pour l'utilisation sous dallage, le domaine d'emploi ne vise pas les dallages non armés supportant un ensemble de charges concentrées fixes ou mobiles créant, sur le polygone enveloppant les centres d'application de chaque charge, à une distance de 4 fois l'épaisseur du dallage, une charge moyenne supérieure à 80 kN/m².

Concernant les charges roulantes, le domaine d'emploi est restreint aux charges maximales de 4.5kN à la roue conformément au DTU 13.3-2 Annexe B.

Il ne doit pas être utilisé dans les zones présentant des risques de remontée de nappe phréatique et un système de drainage doit systématiquement être réalisé.

Possibilité d'emploi 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 DTED et complétées par les prescriptions techniques correspondantes du paragraphe 2.3 ci-après.

2.2 Appréciation sur le produit, composant ou procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

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.

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 1,3:1, le procédé MISAPOR 10/50 présente une conductivité thermique utile de 0,12 W/(m·K) basée sur la valeur de l'ETA-13/0549 majorée conformément à la réglementation thermique 2012. C'est cette valeur qui doit être prise pour les calculs thermiques.

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 ne dispose pas d'une Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

Aspects sanitaires

Le procédé de verre cellulaire MISAPOR dispose d'une fiche de données de sécurité (FDS).

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

2.2.2 Durabilité – Entretien

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 impu-trescible. Aucun entretien n'est à prévoir sur le matériau, hormis l'entretien régulier du réseau de drainage lui étant associé.

2.2.3 Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le DTED.

2.2.4 Mise en œuvre

Elle peut être réalisée par des entreprises de terrassement ou de gros-œuvre.

Pour les dallages, la préparation du support et la mise-en-œuvre des autres couches et interfaces respecteront les recommandations du DTU 13.3.

Pour les radiers, les conditions d'exécution seront conformes au DTU 13.11 Fondations superficielles.

Les granulats MISAPOR peuvent être régalez sur le chantier soit par une chargeuse sur chenilles (matériau livré en vrac), soit par une grue (matériau livrés dans des bâches de déversement ou en Big-Bag).

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

2.3 Prescriptions Techniques

2.3.1 Etude géotechnique

Une étude géotechnique doit être réalisée préalablement à la conception et au dimensionnement des dallages ou radiers.

2.3.2 Etude thermique

Une étude thermique doit être réalisée pour la conception et le dimensionnement des éléments de fondation de l'ouvrage.

2.3.3 Conditions de fabrication et de contrôle

La fabrication du granulats 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 4.1 du DTED.

La production des granulats fait l'objet d'un suivi qualité de niveau Système 3 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 le DIBT, sont également réalisés annuellement.

Le plan des contrôles internes et externes est détaillé au 4.2 du DTED.

2.3.4 Conditions de conception et de calcul

La reconnaissance géotechnique sera faite suivant la norme NF P 94-500 et les prescriptions de l'Annexe Nationale clause 2.1 de la NF EN 1997-1. Le contenu de cette reconnaissance servira aux justifications des ouvrages de fondation.

L'épaisseur globale finale de granulats de verre cellulaire MISAPOR est définie par l'étude thermique et les vérifications structurelles liées aux différents cas de charges, avec une limitation à 40cm maximum et 15cm minimum pour les dallages.

Les dallages sont conçus et dimensionnés suivant le DTU 13.3 (NF P 11-213) voir §5.2 du DTED.

Les radiers sont conçus et dimensionnés conformément aux Eurocodes 2 (calculs des structures en béton), Eurocodes 7 (calculs géotechniques) et Eurocodes 8 (Conception et dimensionnement parasismiques des structures), voir §5.3 du DTED.

2.3.5 Utilisation en zones sismiques

Conformément aux résultats des essais de laboratoire réalisés sur le matériau par l'Ecole Nationale des ponts et chaussées 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 l'EC8 (module de cisaillement, coefficient d'amortissement). L'utilisation de MISAPOR 10/50 sous un bâtiment ne modifie pas les conditions classiques d'étude sismique.

2.3.6 Conditions de mise en œuvre

Elle doit être réalisée conformément au 6.3 du DTED et en effectuant le contrôle de niveau et d'épaisseur de couche compactée suivant le 6.42 du DTED.

Le sol support doit présenter une assise de portance homogène $EV_2 > 15\text{MPa}$ mesurée par des essais à la plaque.

Dans le cas de sols fins ayant un caractère limoneux ou argileux, un géotextile de séparation ($150\text{-}200\text{g/m}^2$) doit être mis en œuvre entre le sol support et la couche de 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 MISAPOR en respectant les prescriptions de la partie 6 du DTED.

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'enlèvement.

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

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

Une couche de glissement peut être mise-en-œuvre sur ce polyane.

La fiche d'autocontrôle fournie en annexe 2 du DTED 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 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.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 décembre 2019.

*Pour le Groupe Spécialisé n°3.3
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce procédé a fait l'objet d'une consultation du Groupe Spécialisé n°20 « Produits et procédés d'isolation » le 24 janvier 2017 au sujet de la conductivité thermique et de la mise hors gel des sols d'assise.

Le Groupe tient à signaler que, étant donnés les performances thermiques du matériau et l'épaisseur limitée de mise en œuvre acceptée, la faisabilité dans le cas des chambres froides est peu probable.

La durée de validité de l'ETA 13/0549 référence du présent DTA est le 22 juin 2018. Au-delà de cette date le présent DTA devra être actualisé afin de prendre en compte les éventuelles modifications de l'ETA 13/0549 ou son annulation, le cas échéant.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n°3.3*

Dossier Technique

établi par le demandeur (DTED)

A. Description

1. Principe

1.1 Dénomination commerciale

Granulat de verre cellulaire MISAPOR.

1.2 Présentation

Le granulat léger de verre cellulaire MISAPOR permet d'assurer l'isolation thermique et le drainage des assises de bâtiments construits sur radier ou dallage.

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

1.3 Photo d'un échantillon de granulat de verre cellulaire MISAPOR



Taille maximale de 50mm.

2. Domaine d'emploi

Les granulats de verre cellulaire MISAPOR peuvent être employés-sous dalles sur terre-plein et sous radiers pour tout type de bâtiment : résidentiel, tertiaire, administratif, commercial, industriel, public, centre scolaire, maison individuelle et réhabilitation de bâtiment.

L'isolation thermique de bâtiments et la mise hors gel des sols d'assise peuvent être assurées par une couche d'épaisseur uniforme de granulats de verre cellulaire, sans nécessiter de bêche isolante périphérique ou matériau isolant spécifique en périphérie de bâtiment.

Pour les dallages, les épaisseurs minimale et maximale sont respectivement 15cm et 40cm.

Pour l'utilisation sous dallages, le domaine d'utilisation est limité aux charges de 80kPa maximum et pour les radiers aux charges de 250kPa maximum.

Concernant les charges roulantes en exploitation, le domaine d'emploi est restreint aux charges maximales de 4.5kN à la roue conformément au DTU 13.3-2 Annexe B.

Cette couche ne doit pas être mise-en-œuvre dans une nappe phréatique.

Pour les bâtiments de la classe dite « à risque normal » en zones sismiques 1 (très faible) à 4 (moyenne) selon le zonage sismique de la France Européenne (décrets 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010), l'utilisation est possible comme indiqué dans ce dossier technique.

3. Matériau

3.1 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 190kg/m³.

La faible teneur en éléments de taille inférieure à 10mm confère une grande capacité de drainage. Sa teneur en air élevée lui donne un fort pouvoir d'isolation thermique, ainsi qu'une grande légèreté.

3.2 Propriétés

3.2.1 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.

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

3.2.2 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.

3.2.3 Granularité

Le matériau a une granularité 10/50mm (avec une tolérance de 5% au passant à 10mm et de 20% au passant à 50mm) 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 1,3:1 fracturait principalement les plus gros éléments, sans créer notablement de fines.

3.2.4 Masse volumique – Porosité - Absorption

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

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

Le coefficient d'absorption d'eau du matériau mesuré avec le volume en vrac, selon la norme EN 12087 s'élève à environ 6 Vol-% et 10 Vol-% après compactage de 1,3:1 (ce coefficient est représentatif de la microporosité ouverte à la surface des granulats).

3.2.5 Perméabilité

Compte tenu de sa porosité inter-granulaire, MISAPOR présente une grande perméabilité (typiquement de 10⁻² jusque à 10⁻³ m/s) une fois la couche compactée à 1,3 : 1.

3.2.6 Résistance à l'écrasement

Compacté à un taux de 1,3:1, MISAPOR 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.

3.2.7 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 1,3:1. Ils ont montré que le granulat MISAPOR ne présentait aucune déformation à long terme jusqu'à une contrainte de 250kPa.

3.2.8 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.

3.2.9 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.

3.210 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.

3.211 Résistance 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.

3.212 Conductivité thermique

Compacté à un taux de 1,3:1, le procédé MISAPOR 10/50 présente une conductivité thermique utile de 0,12 W/(m.K) basée sur la valeur de l'ETA-13/0549 majorée conformément à la réglementation thermique 2012.

4. Fabrication - Contrôles

4.1 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 CO₂ 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.

4.2 Contrôles

Les contrôles qualité assurés par le producteur font l'objet d'un plan de contrôle défini dans le cadre du marquage CE (système 3). 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 la certification allemande du DIBT, l'institut Fraunhofer fait dans chaque usine de production un contrôle de qualité 2 fois par année. Les résultats des contrôles externes sont conservés au minimum 5 ans et transmis à l'organisme de certification. 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 est résumée dans le tableau suivant :

Propriété / caractéristique	Fréquence de test pour chaque produit	
	Contrôle interne de la production	Contrôle externe de la production
Densité en vrac	Minimum demandé 1 x jour (3 x jour habituellement)	2 x an
Conductivité thermique sur matériau sec	-	2 x an
Conductivité thermique des échantillons humide	-	1 x an
Résistance à la compression à 10% d'écrasement	Minimum demandé 1 x jour (3 x jour habituellement)	1 x an

Comportement au cycle Gel/Dégel	-	1 x an
Compatibilité avec l'environnement	1 x tous les 3 mois	2 x an

4.3 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 3m³ 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, 52m³ en big-bags de 2m³ et 72m³ en big-bags de 3m³.

5. Conception – Dimensionnement des ouvrages

5.1 Généralités

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

Le volet géotechnique vise à déterminer les conditions d'assise du bâtiment vis-à-vis des contraintes admissibles par le sol support, des tassements admissibles par la structure et de la durabilité du bâtiment dans le temps. On se reportera à la norme NF P94-500 ou à l'Eurocode 7 pour plus d'informations sur les missions d'ingénierie géotechnique.

Le volet thermique recouvre la protection contre le gel des sols d'assise, ainsi que l'isolation du bâtiment pour un niveau de confort et de performance énergétique donné.

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 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 P11-213 (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 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.

5.2 Dimensionnement des dallages

Les dallages sont dimensionnés conformément au DTU 13.3 en assimilant la couche de MISAPOR à un isolant thermique et en considérant un module d'Young de 14MPa (conformément à la certification délivrée par l'organisme allemand DIBT).

Le dimensionnement d'un dallage recouvre :

- Sur l'aspect géotechnique : la vérification du non-poinçonnement des sols et matériaux d'assise situés sous la couche MISAPOR, la vérification de la durabilité de leurs caractéristiques, le calcul des tassements prévisibles à court et long termes.
- Pour la couche de MISAPOR : L'épaisseur minimum est de 15cm 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 MISAPOR, pour une épaisseur maximale de 40cm (module de Westergaard Kw minimum de 30MPa/m (maisons individuelles – DTU 13.3-3) ou 50MPa/m (autres bâtiments – DTU 13.3-1 et -2)).
- 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).

5.3 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 15cm et il est considéré pour la couche de granulats MISAPOR 10/50 un module d'Young de 14MPa (conformément à la certification délivrée par l'organisme allemand 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 5.4 ci-après) ;
- 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.

5.4 Spécificités de conception en zone sismique

5.41 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.

5.42 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 des caractéristiques sismiques équivalentes à celles des matériaux sableux ou granulaires classiques (module de cisaillement, coefficient d'amortissement).

De par sa nature, le granulat MISAPOR ne présente pas de risque de liquéfaction sous séisme.

5.5 Traitement des situations particulières

5.51 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 granulats MISAPOR, avec au minimum une épaisseur de 30cm compacté, permet de supprimer la bêche de mise hors gel (schéma de gauche) grâce à un débordement sur l'extérieur de la fondation radier (schéma de droite) suivant le principe de la figure suivante :

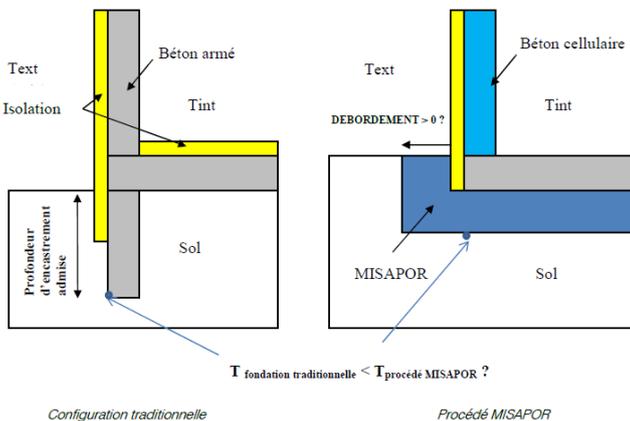


Figure 2 – illustration du principe de comparaison

Pour les largeurs de débordement de la couche de granulats MISAPOR 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 de synthèse correspondant au remplacement d'une fondation hors gel traditionnelle en béton par un débord avec le Misapor de λ utile 0,12 W/(m.K) :

Encastrement admis pour une fondation traditionnelle 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.

6. Mise en œuvre – Contrôles

6.1 Stockage sur chantier

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

6.2 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.

En pratique, on recherchera une assise de portance homogène $EV2 > 15MPa$ mesurée par des essais à la plaque.

Dans le cas de sols fins ayant un caractère limoneux ou argileux, il convient de mettre en œuvre un géotextile de séparation ($150-200g/m^2$) entre le sol support et la couche de MISAPOR.

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

6.21 Drainage

Un système de drainage périphérique doit être mis en œuvre sous le remblai MISAPOR relié à un exutoire avant la mise en place du MISAPOR.

6.3 Mise-en-œuvre

Le procédé MISAPOR ne doit pas être utilisé dans les zones présentant des risques de remontée de nappe phréatique. MISAPOR doit être systématiquement drainé.

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 (0,2mm) microperforé côté haut pour empêcher la pénétration de béton frais lors de la réalisation du radier ou du dallage.

Pour l'application sous dallage, une couche de sable de 2cm peut être mise-en-œuvre sur les granulats MISAPOR 10/50 afin de respecter les normes du DTU 13.3. Un géotextile sera appliqué entre le MISAPOR et le sable, et un film PE (0,2mm) microperforé entre la couche de sable et le dallage.

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

Pour une épaisseur finie de plus de 30cm, MISAPOR doit être mis en œuvre en plusieurs couches. Le contrôle du taux de compactage doit se faire couche par couche selon les moyens suivants :

- Contrôle topographique de nivellement ;
- Contrôle d'épaisseur finie par pénétromètre.

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 MISAPOR.

Pendant la mise en œuvre et le compactage, 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 granulats MISAPOR peut être demandé auprès du fabricant.

Le coulage du béton devra être réalisé à la pompe.

6.4 Contrôles qualité

6.4.1 Cadre général

Pour les maisons individuelles et les locaux commerciaux ou assimilés relevant des parties 2 et 3 du DTU 13.3, les dispositions de mise en œuvre et de contrôle qualité sont celles définies au DTU 13.3 pour les dallages (chapitre 7 en particulier) et de façon plus générale au DTU 13.11 pour les fondations superficielles.

Pour les locaux à usage industriel, ainsi que pour les locaux commerciaux ou assimilés de surface importante et soumis à des charges lourdes, relevant de la partie 1 du DTU 13.3, il est recommandé d'appliquer les dispositions renforcées prévues aux CCTG pour les ouvrages de génie civil (en particulier fascicule 2 pour les terrassements, fascicule 65 pour les travaux en béton armé et fascicule 68 pour les fondations), en particulier de prévoir la mise en place d'un système qualité basé sur :

- Pendant la période de préparation du chantier : l'établissement par l'entreprise chargée des travaux d'un 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 MOE ;
- 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 MOE ;
- Pour les chantiers présentant de forts enjeux : l'intervention, en complément du contrôle intérieur de l'entreprise, d'un contrôle extérieur mandaté directement par le Maître d'Ouvrage et rendant compte au MOE de la qualité des travaux constatée au travers de ses propres contrôles in-situ et essais de laboratoire.

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.

6.4.2 Contrôle des épaisseurs et du compactage

Le granulats MISAPOR 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 et capacité drainante.

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

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

L'entreprise chargée des travaux pourra utiliser le modèle de fiche de contrôle figurant en annexe 2.

6.5 Réception

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

7. Assistance 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.

B. Résultats expérimentaux

Toutes les études de laboratoire et rapports d'essais antérieurs à 2013 ont servi de support à l'élaboration de l'Agrément Technique Européen ATE-13/549.

Etudes et rapports :

- étude du granulats 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 granulats MISAPOR 10/50
- Synthèse des essais triaxiaux réalisés à l'Ecole Nationale des ponts et chaussée à Marne-La-Vallée réalisé par EGIS Géotechnique.

C. Références

C1. Données Environnementales¹

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

C2. Autres références

A Certifications :

1. Certification Allemande du DIBT : Z-23.34-1390
2. Certification Suisse : SIA 279

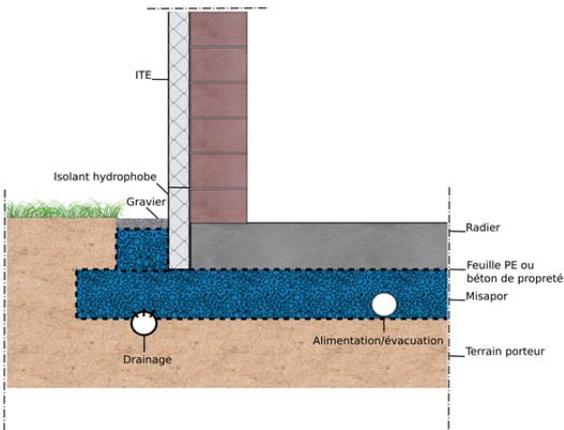
B Références chantiers

1. Entre 1989 et septembre 2016, MISAPOR a livré plus de 2,8 millions de mètres cube sur les principaux marchés que sont la Suisse et l'Allemagne ce qui correspond à plus de 35'000 projets de construction.
2. Entre 2010 et septembre 2016, MISAPOR a livré plus de 25'000 mètres cube en France pour un peu plus de 240 projets de construction. Environ 80% de cette quantité ont été livrés pour l'isolation sous radiers, 15% pour l'isolation sous dallages et 5% pour d'autres applications.

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de l'Avis

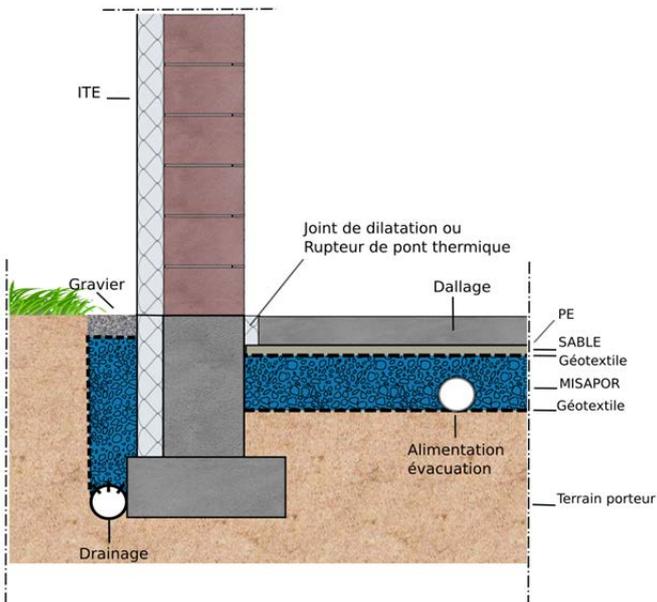
Tableaux et figures du Dossier Technique

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

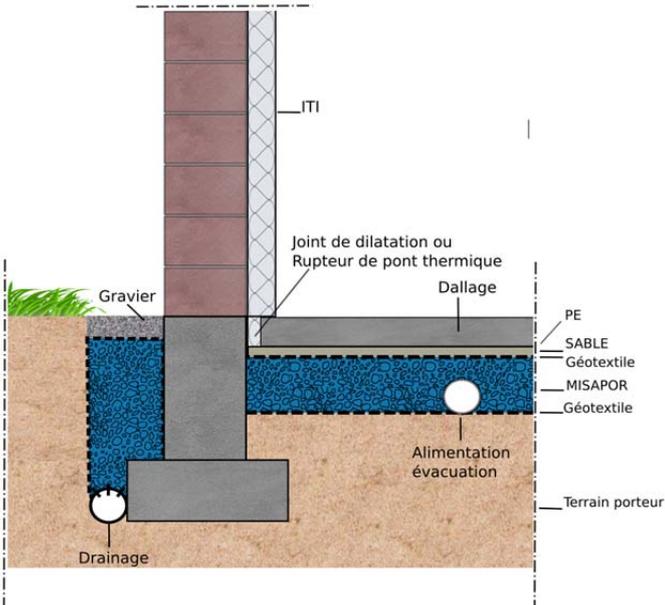


Feuille PE microperforée et complétée éventuellement par un béton de propreté

Coupe de principe avec fondation filante et dallage ; isolation thermique par l'extérieur



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



Annexe 1

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. Faire ceci pour chaque camion en délimitant votre plateforme par zone numérotée.
2. Étaler 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 bêche de déversement pour le vrac ou en Big Bag.
4. Une fois le MISAPOR complètement 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



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 ENGIN DE COMPACTAGE

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.

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.

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.



Exemple: Wacker WP 1550 W



Exemple: Wacker RD 7

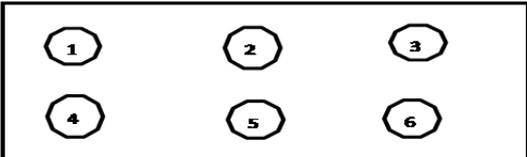


Exemple: Wacker RD 16-90 / RD 16-100



Annexe 2

Vérification sur le chantier – Contrôle des épaisseurs de la couche et du compactage (un document vierge sans dessin de la plateforme peut être demandé auprès de MISAPOR)

Date de la mise en place et contrôle	Date:..... Mois:..... Année:.....								
Données du chantier et maître d'ouvrage	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><u>Chantier</u></td> <td style="width: 50%;"><u>Maître d'ouvrage</u></td> </tr> <tr> <td>Nom:</td> <td>Nom:</td> </tr> <tr> <td>Adresse:</td> <td>Adresse:</td> </tr> <tr> <td>No postal et lieu:</td> <td>No postal et lieu:</td> </tr> </table>	<u>Chantier</u>	<u>Maître d'ouvrage</u>	Nom:	Nom:	Adresse:	Adresse:	No postal et lieu:	No postal et lieu:
<u>Chantier</u>	<u>Maître d'ouvrage</u>								
Nom:	Nom:								
Adresse:	Adresse:								
No postal et lieu:	No postal et lieu:								
Entrepreneur responsable de la mise en place du MISAPOR	Entreprise:								
	Adresse:								
	No postal et lieu:								
Bâtiment	Neuf <input type="checkbox"/> Réhabilitation <input type="checkbox"/>								
Application	Isolation sous radier <input type="checkbox"/> Isolation sous dallage <input type="checkbox"/>								
MISAPOR livré:	En vrac <input type="checkbox"/> En Big Bag <input type="checkbox"/>								
Moyens de contrôle des niveaux de la couche de MISAPOR	Laser <input type="checkbox"/> Autre moyen <input type="checkbox"/> Si autre moyen, lequel ? :								
Contrôle topographique tout les 25m2 conseillé sur plateforme / fond de fouille et sur le MISAPOR une fois compacté.									
Rapport des niveaux pris sur la plateforme/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 la couche de MISAPOR non 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:								
Rapport des niveaux pris sur la couche de MISAPOR compacté (facteur 1,3:1)	Niveau sur point 1: Niveau sur point 4: Niveau sur point 2: Niveau sur point 5: Niveau sur point 3: Niveau sur point 6:								
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								
Certification du fabricant du granulat de verre cellulaire	Numéro de l'avis technique du CSTB: Numéro de l'avis technique Européen:								
Personne responsable de la mise en place et contrôle du compactage sur le chantier	Lieu et date: Nom et prénom : Signature:								