

EVALUATION TECHNIQUE DE PRODUITS ET MATERIAUX
N° ETPM-18/0047 du 10 juillet 2018
concernant les granulés
« BIOFIB'CHAPE »



Titulaire : Société CAVAC BIOMATERIAUX
Ld Le Fief Chapitre
FR-85400 SAINT GEMME LA PLAINE

Cette Evaluation Technique comporte 27 pages. Sa reproduction n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral sauf accord particulier du CSTB.

AVERTISSEMENT

Cette Evaluation Technique de Produits et Matériaux, du fait qu'elle ne vise qu'à déterminer des caractéristiques intrinsèques d'un produit ou d'un matériau, n'a pas de valeur d'Avis Technique au sens de l'arrêté modifié du 21 mars 2012. Elle ne dispense pas de vérifier l'aptitude du produit ou matériau à être incorporé dans un ouvrage déterminé, par consultation de documents de références de l'application considérée (NF*DTU, CPT, Avis Technique, ...).

EVALUATION TECHNIQUE

DEFINITION SUCCINCTE

Biofib' Chape est un produit à base de chanvre. Il se présente sous forme de granulés compacts cylindriques de couleur brune.

Ils sont destinés à la réalisation des formes d'égalisation des ouvrages flottants de type DTU 51.3 ou chape sèche sous Avis Technique.

EVALUATION TECHNIQUE

L'ensemble des essais réalisés est indiqué en partie, 3 et 6 du Dossier Technique.

En termes de durabilité, les essais effectués sur les granulés après conditionnement 4 jours à 23 °C et 60 % d'humidité relative ont montré une équivalence de comportement en résistance en compression et en tassement par rapport aux conditionnements à 23 °C et 50 % d'humidité relative.

Les résultats d'essais ne comprennent pas d'élément sur l'évolution de ces caractéristiques en conditions humides au-delà de 60 % d'humidité relative ni sur le risque de développement de moisissures ou la tenue aux insectes ni sur le fluage à long terme.

CONTROLES

La fabrication des granulés fait l'objet de contrôles décrits au paragraphe 4 du Dossier Technique.

L'usine de Cavac Biomatériaux basée à Saint Gemme la Plaine (85) est certifiée ISO 9001.

CONCLUSIONS

Les éléments du Dossier Technique n'ont pas fait apparaître d'incompatibilité de nature à mettre en cause la capacité des granulés Biofib' Chape à être utilisés pour la réalisation des formes d'égalisation des ouvrages de type flottants selon le DTU 51.3 ou chape sèche sous Avis Technique sous réserve d'une conception et de conditions de mise en œuvre permettant de limiter le risque de reprise d'humidité, de conserver les granulés dans une ambiance sèche.

Validité jusqu'au : 31 juillet 2023

Direction Enveloppe, Isolation et Sols
Le Directeur

Michel COSSAVELLA

DOSSIER TECHNIQUE ETABLI PAR LE DEMANDEUR

A. DESCRIPTION

1. Principe

Biofib' Chape est un produit à base de chanvre pour la réalisation des formes d'égalisation des ouvrages flottants de type DTU 51.3 ou chape sèche sous Avis Technique.

Il se présente sous forme de granulés compacts cylindriques de couleur brune.

Les caractéristiques mécaniques de ces granulés permettent de reprendre les défauts de planéité des sols jusqu'à 60 mm.

2. Caractéristiques physiques des granulés

Les protocoles employés sont définis dans l'annexe 1.

Les détails du matériel utilisé sont présentés en annexe 2

L'ensemble des tableaux de résultats est présenté dans l'annexe 3.

2.1 Composition

Les granulés Biofib' Chape sont constitués de fines de chanvre extraites du process de fabrication de produits à base de chanvre sur l'usine de Cavac Biomatériaux à Sainte Gemme la Plaine (85).

Ils ne subissent aucun traitement.

2.2 Masse volumique

La masse volumique est déterminée par 5 mesures internes. Le protocole est issu du référentiel du label Chanvre Bâtiment défini par Construire en Chanvre.

La moyenne des résultats aboutit à une masse volumique apparente de 679 (± 8) kg/m³.

2.3 Granulométrie

2.3.1 Granulométrie par tamisage mécanique

Pour la mesure de la granulométrie, trois mesures internes sont réalisées. Le protocole est basé sur celui du label Chanvre Bâtiment défini par Construire en Chanvre.

Le procédé de fabrication des granulés par extrusion garantit un diamètre de 6 mm. Ceci explique qu'aucun refus n'ait été constaté au tamis de 6,3 mm. Du fait de leur longueur, étudiée ci-après par analyse d'image, les granulés sont refusés à plus de 98 % au tamis de 3,15 mm.

2.3.2 Granulométrie par analyse d'image

Afin de préciser les dimensions des granulés, une analyse d'images a été réalisée via les logiciels Image J et Scilab. Le protocole utilisé est basé sur celui décrit dans une publication de Picandet sur la caractérisation des granulats d'origine végétale, inscrit au référentiel du label Chanvre Bâtiment.

L'échantillon d'analyse est constitué de deux sacs issus de productions différentes. Pour chaque sac, deux prélèvements sont effectués et scannés.

L'analyse nous permet d'obtenir la distribution de la longueur des granulés.

Les granulés, de forme cylindrique, ont une longueur moyenne de 13 mm, avec un écart type de 1,5 mm. Les granulés de longueur inférieure à 6 mm représentent moins de 1 % de l'échantillon. Les granulés de longueur comprise entre 6 et 22 mm représentent 90 % de l'échantillon.

La distribution des longueurs selon une loi normale est présentée graphiquement en annexe 3.

3. Caractéristiques mécaniques des granulés

Les protocoles employés sont définis dans l'annexe 1.

Les détails du matériel utilisé sont présentés en annexe 2

L'ensemble des tableaux de résultats est présenté dans l'annexe 3.

Les performances mécaniques ont été déterminées via des essais internes sur une presse mécanique munie d'un capteur force-déplacement et d'un disque de chargement.

Un moule cylindrique acier a été utilisé pour l'ensemble des essais.

3.1 Résistance à l'écrasement en vrac selon NF EN 13055-1

La NF EN 13055-1 présente les méthodes de caractérisation des granulats légers ($\rho < 1200 \text{ kg/m}^3$) pour bétons et mortiers.

La vitesse et la hauteur de chargement ont été adaptées à notre matériel à partir de la norme.

L'essai consiste à mesurer la force nécessaire à l'obtention d'un tassement de 20 % de la hauteur initiale de granulat.

La moyenne des trois essais aboutit à une force de 9,6 ($\pm 0,3$) kN. Au vu de la configuration de l'essai, cette force correspond à une contrainte de compression de 1,87 ($\pm 0,1$) MPa.

3.2 Résistance à la compression selon NF EN 826

La NF EN 826 définit la détermination du comportement en compression des produits isolants.

Les essais ont été menés en comprimant l'échantillon de 5 mm/minute jusqu'à la moitié de sa hauteur initiale. Conformément à la norme NF EN 826, la force de compression appliquée pour une déformation de l'échantillon correspondant à 10 % de sa hauteur initiale a été relevée.

La moyenne des trois essais donne une résistance de 1,8 ($\pm 0,1$) kN à 10 % de déformation. Ceci correspond pour l'essai à une contrainte de 352 (± 20) kN/m² ou 0,35 ($\pm 0,02$) MPa.

3.3 Tassement en situation

Des essais en vue d'estimer le tassement du produit en situation ont été réalisés. Pour ce faire, trois échantillons ont été soumis à 3 cycles de chargement-déchargement consécutifs.

La force maximale appliquée a été calculée à partir des valeurs de charge d'exploitation définies dans les Eurocodes, considérées à l'Etat Limite Ultime.

La moyenne des trois essais donne un tassement de 2,8 ($\pm 0,1$) % à la fin de l'essai.

4. Fabrication et contrôle de production

L'usine de fabrication CAVAC BIOMATERIAUX est basée à Sainte Gemme la Plaine (85). L'usine de Cavac Biomatériaux est certifiée ISO 9001 depuis plus de cinq ans.

Des contrôles d'humidité et de masse volumique sont effectués sur chaque production de Biofib'Chape.

De manière plus générale, des contrôles réguliers sont réalisés à chaque étape du process de l'usine Cavac Biomatériaux, depuis la réception des matières jusqu'au produit fini. Mise à part la mesure de l'humidité des ballots de paille, l'ensemble des contrôles décrits ci-dessous est réalisé au sein du laboratoire Cavac, qui bénéficie d'une ambiance régulée à 23 °C et 50 % d'humidité relative.

Les ballots de paille de chanvre sont contrôlés à l'humidimètre. Un contrôle visuel est également effectué. Les ballots dont l'humidité est inférieure à 20 % sont envoyés au défibrage. Au-delà de 20 %, les pailles sont rejetées.

Une fois le process de défibrage mené à bien, des contrôles sont effectués sur les deux produits obtenus : la fibre de chanvre et la chènevotte.

Pour les fibres, la distribution des longueurs et la couleur sont contrôlées selon un protocole interne. Ces deux caractéristiques sont liées au taux d'humidité et à la résistance mécanique des fibres. On peut ainsi estimer leur qualité par analogie.

La chènevotte destinée au bâtiment est contrôlée selon le protocole du label Granulat Chanvre Bâtiment établi par Construire en Chanvre et dont elle bénéficie.

Certains produits de Cavac Biomatériaux disposant de certificats ACERMI, des contrôles réguliers sont effectués sur les productions de panneaux composés des fibres issues du défibrage.

Un suivi complet des matières premières est assuré. Pour chaque production de panneaux, il est possible de remonter jusqu'au producteur d'où proviennent les pailles dont sont issues les fibres de chanvre qui le composent.

Les fines sont extraites tout au long du process de défibrage des pailles de chanvre par le biais de séparateurs et trieurs trommels. Elles sont ensuite transportées par voie aéraulique dans des caissons d'une capacité de 10 tonnes. Une fois le caisson rempli il est acheminé jusqu'au process de granulation. Les fines sont alors compactées mécaniquement en granulés au moyen d'une presse à extrusion et d'une filière circulaire de diamètre 6 mm. Les filaments ainsi créés se divisent d'eux-mêmes en granulés de longueur variable. Le process de fabrication des granulés n'inclue aucun ajout de liant, ni apport d'humidité. A noter que le même process de granulation est utilisé au sein de Cavac pour la nutrition animale de manière régulière.

Un contrôle visuel est effectué tout au long du process de granulation.

La masse volumique du produit est contrôlée en laboratoire pour chaque production. Les valeurs limites sont données dans le chapitre protocole de ce dossier.

L'humidité des matières en entrée (fines) et en sortie (granulés) de process est contrôlée par l'opérateur à l'aide d'un dessiccateur. Elle varie peu du fait des précautions prises tout au long du process et explicitées plus haut. Elle avoisine les 13 % en entrée et 12 % en sortie de process.

5. Conditionnement et conservation

Les granulés Biofib' Chape sont conditionnés en sacs de 15 kg.

Les sacs sont constitués d'une enveloppe en papier, recouverte sur toute la surface intérieure d'un film plastique prohibant les échanges avec l'extérieur. Ils sont cousus en tête et collés repliés en pied.

Les productions sont stockées dans des locaux secs et abrités des intempéries.

6. Justifications des caractéristiques mécaniques pour l'usage

6.1 Durabilité

Résistance en compression

Les granulés ont été conditionnés 4 jours à 23 °C et 60 % d'humidité relative.

Suite à ce conditionnement, des essais de compression ont été réalisés selon les normes EN 826 et EN 13055, utilisées précédemment pour la caractérisation mécanique des granulés en conditionnement 23° C et 50 % d'humidité relative sèches. Ces deux normes préconisent d'établir la moyenne de trois mesures pour obtenir un résultat. Pour juger de la durabilité de la résistance en compression du produit, on compare donc la moyenne de trois mesures pour chaque conditionnement.

Les essais selon la norme EN 13055-1, qui consistent à comprimer l'échantillon à 20 % de sa hauteur initiale, ont abouti à des résultats légèrement plus faibles qu'en conditions 23 °C et 50 % d'humidité relative. La moyenne des trois essais aboutit à une résistance de 9,5 kN à 20 % de déformation. Ceci correspond pour l'échantillon à une contrainte de 1,8 MPa soit une diminution de 5 % par rapport aux conditions à 23 °C et 50 % d'humidité relative.

Les essais selon la norme EN 826, qui consistent à comprimer l'échantillon à 10 % de sa hauteur initiale, ont quant à eux montré de meilleurs résultats qu'en conditions 23 °C et 50 % d'humidité relative. La moyenne des trois essais aboutit à une résistance de 2,6 kN à 10 % de déformation. Ceci correspond pour l'échantillon à une contrainte de 512 kN/m² ou 0,51 MPa.

Cependant, l'écart type de ces résultats étant trop important, on utilise pour comparaison le minimum des mesures effectuées en conditions 23 °C et 60 % d'humidité relative. Ce minimum aboutit à une résistance de 2,0 kN à 10 % de déformation. Ceci correspond pour l'échantillon à une contrainte de 384 kN/m² ou 0,38 MPa soit une amélioration de 9 %.

Tassement

Ont été effectués sur trois échantillons conditionnés à 23 °C et 60 % HR des essais de tassement selon le protocole utilisé sur le produit à 23 °C et 50 % d'humidité relative. Ce dernier consiste en trois cycles de chargement.

Pour obtenir un résultat, la moyenne de trois mesures est calculée. Ce calcul aboutit à un tassement moyen de 1,73 (± 0,6) mm. Cependant, l'écart type de ce résultat est trop important pour être fiable. Il est donc choisi de considérer le tassement le plus important observé au cours des trois essais sur échantillon à 23 °C et 60 % d'humidité relative. Un tassement final de 2,23 mm est obtenu correspondant à une diminution de 3 % de la hauteur de tassement par rapport aux échantillons à 23 °C et 50 % d'humidité relative.

Conclusion

Pour la résistance en compression, les différences de résultats observées avec les conditions à 23 °C et 50 % d'humidité relative restent inférieures à 10 % en valeur absolue. Pour cette raison, ces différences ne seront pas prises en compte, et on considèrera comme négligeable l'influence des conditions à 23 °C et 60 % d'humidité relative sur la résistance des granulés.

6.2 Réaction au feu

Des essais ont été réalisés selon la norme NF EN ISO 11925-2 afin de caractériser la réaction au feu du Biofib' Chape.

Six éprouvettes ont été individuellement exposées à une flamme de 20 mm pendant 30 secondes, au sein d'une enceinte ventilée conforme à la norme précitée, puis laissées en place pendant 60 secondes avant d'être retirées du porte-éprouvette. L'extrémité de la flamme n'a jamais dépassé de 150 mm le point d'application de la flamme. Des photos de l'essai sont présentées en annexe 3.

Au cours de l'essai, l'échantillon dégage quelques fumées. Il n'est pas observé de chutes de gouttelettes ou de débris enflammés.

Plus généralement sur le comportement au feu du produit, la propagation de la flamme incidente semble s'effectuer lentement, par contact entre les granulés. Les granulés semblent se consumer sans création de flammes. C'est-à-dire que lorsque la flamme incidente est retirée, il n'a pas été observé de flammes subsistant dans l'échantillon.

B. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Rapport d'essai de l'ENTPE de septembre 2010 – Caractérisation de granulats à base végétale.

C. REFERENCES

Quantités utilisées en France : 400 tonnes, soit l'équivalent de 15 000 m².

ANNEXE 1 – Protocoles de caractérisation

Présentation

Masse volumique et granulométrie par tamisage

Ces protocoles sont issus des procédures de caractérisation décrites dans le référentiel du label Chanvre Bâtiment. Ce label est attribué par l'association Construire en Chanvre pour les chènevottes destinées à être liées à la chaux pour des applications en béton de chanvre.

La chènevotte et le produit Biofib' Chape étant tous deux des granulats d'origine végétale, on se permet d'effectuer une partie de la caractérisation de ce dernier à l'aide des procédures définies pour la première.

Il convient tout de même de rappeler deux aspects sur lesquels ces produits diffèrent :

- Leur masse volumique :
 - 700 kg/m³ pour le Biofib' Chape.
 - 110 kg/m³ pour la chènevotte.
- Leur production :
 - La chènevotte est issue du défibrage de la paille de chanvre. Ses dimensions sont contrôlées par tamisage au cours du process.
 - Le Biofib' Chape est lui issu du compactage des poussières du défibrage, qui sont ensuite extrudées via une filière circulaire de 6 mm. L'une de ses dimensions (diamètre) est ainsi pleinement maîtrisée.

L'utilisation du protocole Masse volumique du label Granulat Chanvre pour le Biofib' Chape se justifie par la masse volumique du produit. En effet, si ce protocole est adapté à des masses volumiques plus faibles, la mesure sur des masses volumiques plus importantes n'en sera que plus précise.

Le fait de contrôler une des dimensions des granulés pousse à adapter le protocole de granulométrie par tamisage défini dans le label. Les dimensions des granulés Biofib' Chape sont plus importantes que celles de la chènevotte, les tolérances sur les mesures ont donc été augmentées. Un tamis de 6,3 mm a été ajouté afin de contrôler le diamètre des granulés.

Granulométrie par analyse d'image

La procédure et les traitements de données afférentes sont issus de la publication « Caractérisation des granulats d'origine végétale » de Vincent Picandet. Cette méthode est également décrite dans le label Chanvre Bâtiment.

L'analyse d'image permet d'obtenir les quatre résultats suivants :

- Diamètre de Ferret selon l'axe mineur de la particule ;
- Diamètre de Ferret selon l'axe majeur de la particule ;
- Longueur de l'axe majeur de l'ellipse ajustée ;
- Longueur de l'axe mineur de l'ellipse ajustée.

L'axe mineur représente le diamètre de la particule. Or celui-ci est fixe à 6mm par le procédé d'extrusion des granulés. On s'intéresse donc uniquement à l'axe majeur.

De plus, la comparaison de résultats d'analyse d'image sur des chènevottes avec les résultats au tamiseur vibrant ont conclu que l'ellipse ajustée convenait mieux à la caractérisation des granulats végétaux que le diamètre de Ferret. On ne présente donc dans le dossier technique que la distribution normale de la longueur de l'axe majeur de l'ellipse ajustée des granulés.

Caractérisations mécaniques

On utilise une machine d'essai INSTRON 5988 munie d'un capteur force-déplacement (capacité 400 kN) sur lequel un disque de chargement de diamètre 79 mm est vissé.

Les résultats se présentent sous forme de tableur comprenant trois colonnes de données :

- le temps (s),
- la force appliquée (N),
- et le déplacement (mm) du capteur.

On considère que le contact du disque de chargement avec l'échantillon est attesté lorsque la force enregistrée par le capteur est exclusivement croissante. Les précédentes expériences ont montré que cela se produisait rarement pour des forces inférieures à 10 N.

Dans les résultats on considèrera donc, dès lors que la force est exclusivement croissante, le palier de 10 N appliqués comme le zéro du déplacement du capteur dans l'échantillon.

Protocoles

Masse volumique

Matériel :

- Eprouvette cylindre 16 x 32 cm
- Balance

Echantillon :

- 1 sac par production

Procédure :

1. Répartir les granulés en pluie dans l'éprouvette jusqu'à foisonnement ;
2. Répéter la démarche jusqu'à ce que l'éprouvette soit pleine ;
3. Araser la surface de l'éprouvette à la règle ;
4. Peser l'éprouvette ainsi remplie. Noter la masse ;
5. Répéter 5 fois l'opération en prélevant le granulat dans le sac.

Mesures et calculs :

- Masse de l'éprouvette vide (kg) : m_{ev}
- Masse de l'éprouvette pleine (kg) : m_{ep}
- Masse du granulat (kg) : $m_{gc} = m_{ep} - m_{ev}$

- Masse volumique granulat (kg/m³) $pgc = mgc / \text{Volume éprouvette}$
- Ecart type

Granulométrie par tamisage

Matériel :

- Balance
- Tamis de contrôle à toile métallique en acier inoxydable de 200 mm de diamètre conformes à l'ISO 3310-1 avec un couvercle et un réceptacle pour les tamis
- Agitateur mécanique

Echantillon :

- 1 sac par production

Procédure :

1. Choisir les tamis de contrôle dans la gamme des tailles suivantes : 6,3/3,15/2/1/0,5/0,25 mm et les assembler dans l'ordre croissant d'ouverture des mailles sur le réceptacle ;
2. Peser la prise d'essais à 0,1 g près, la placer sur le tamis supérieur et refermer le couvercle ;
3. Placer la colonne de tamis sur l'agitateur mécanique et agiter 20 min avec une amplitude mm/g de 1,50 ;
4. Retirer les tamis de la colonne et peser de 0,1 g près les quantités retenues sur chaque tamis et sur le réceptacle ;
5. Effectuer deux essais sur des préparations distinctes préparées à partir du même échantillon.

Mesures et calculs :

- Masse par tamis
- Pourcentage de l'échantillon par tamis

Granulométrie par analyse d'image

Matériel :

- Scanner
- Logiciels ImageJ et Scilab

Echantillon :

- 1 sac par production

Procédure :

1. Répartir un maximum de granulés sur le scanner de manière à ce qu'aucun granulé ne soit en contact avec un autre ;
2. Réaliser un scanner en haute définition (600 ppi mini) ;
3. Modifier le contraste de l'image via ImageJ de manière à uniformiser la couleur des particules ;
4. Analyser l'image avec ImageJ pour obtenir le diamètre de Ferret et l'ellipse ajustée de chaque particule ;

5. Traiter les données avec Scilab afin d'obtenir la distribution de ces deux mesures sur l'ensemble de l'échantillon.

Mesures et calculs :

- Distribution de la longueur maximale de l'ellipse ajustée

Compression selon NF EN 826

Principe de l'essai :

La force nécessaire pour atteindre 10 % de déformation de l'échantillon est mesurée

Echantillon :

- 3 essais minimum pour un sac

Matériel d'essai :

- Moule cylindrique de diamètre 80,8 mm et de hauteur 87,7 mm (voir Annexe 2, figure 1)
- Presse INSTRON 5988 munie d'un capteur de déplacement et de force 400 kN ainsi que d'un disque de chargement de diamètre 79 mm.

Mode opératoire :

1. Remplir le cylindre de granulat ;
2. Ajuster la hauteur de granulat à la règle ;
3. Disposer le cylindre sur une plaque en acier sous la traverse de chargement ;
4. Ajuster visuellement le disque de chargement au plus près de la surface de l'échantillon ;
5. Le programme de charge prévoit une vitesse de chargement de 5 mm/min.

Mesures et calculs :

- Force de compression à 10 % de déformation
- Contrainte correspondante
- Ecart type

Compression selon NF EN 13055-1

Norme originale

Principe de l'essai :

Pour le moule défini dans la norme, la force nécessaire à une diminution de 20 cm de la hauteur de l'échantillon est mesurée.

Matériel d'essai :

Moule cylindrique de diamètre 113 mm et de hauteur 100 mm

Mode opératoire :

1. Le cylindre est disposé sur une table vibrante et rempli à ras bord en veillant à éviter tout phénomène de ségrégation ;
2. Il est vibré entre 3 et 60 s et rempli à nouveau ;
3. Il est vibré 3 à 60 s supplémentaires puis la surface est aplanie à la règle ;
4. Un cylindre de guidage est mis en place sur le cylindre contenant le granulat ;
5. Un piston est mis en contact délicatement avec la surface du granulat ;
6. Un anneau de contact est mis en place afin de limiter l'enfoncement à 20 mm ;
7. La force est appliquée de manière à atteindre un enfoncement de 20 mm en 100 s environ.

Adaptation du protocole

Ne disposant pas du moule défini dans la norme, le protocole est adapté au matériel disponible.

Matériel d'essai :

- Moule cylindrique en acier de diamètre 80,8 mm et de hauteur 87,7 mm.
- Presse INSTRON 5988 munie d'un capteur force-déplacement (capacité 400 kN) sur lequel est vissé un disque de chargement de diamètre 79 mm.

Principe de l'essai :

Un raisonnement en volume est effectué afin de calculer la hauteur d'enfoncement correspondante au matériel disponible.

- Le diamètre du moule est constant, la réduction du volume peut donc être ramenée à la diminution de la hauteur.
- Il a été vu que celle-ci correspondait dans la norme à 20 mm pour une hauteur totale d'échantillon de 100 mm, soit une réduction de 20 %.
- Afin de déterminer la hauteur limite de compression pour le matériel, est posé :
 - $0,2 * h \text{ cylindre} = 0,2 * 87,7 = 17,5 \text{ mm}$
- La norme recommande de réaliser cet enfoncement de 20 % dans un délai de 100 secondes. De la même manière, l'échantillon sera enfoncé de 17,5 mm en 100 secondes.
- Soit une vitesse d'essai de 0,175 mm/s, arrondie à 0,18 mm/s.

Mode opératoire :

1. Remplir le cylindre de granulat ;
2. Ajuster la hauteur de granulat à la règle ;
3. Disposer le cylindre sur une plaque en acier sous la traverse de chargement ;
4. Ajuster visuellement le disque de chargement au plus près de la surface de l'échantillon ;
5. Le programme de charge prévoit une vitesse de chargement de 0,18 mm/s et un déplacement maximal du capteur de 25 mm.

Mesures et calculs :

- Force de compression à 10 % de déformation
- Contrainte correspondante
- Ecart type

Estimation du tassement

Principe et définition de l'essai

Le tassement du Biofib' Chape sous charge est recherché.

- La charge d'exploitation la plus importante définie dans les Eurocodes est considérée : 7,5 kN/m².
- A cette charge est appliqué le coefficient de sécurité correspondant à l'ELU de 1,5.
- Est ensuite appliqué un coefficient de sécurité de 2.
- La charge à appliquer vaut : $1,5 \times 2 \times 7,5 = 22,5$ kN/m².

Matériel :

- Moule cylindrique en acier de diamètre 80,8 mm et de hauteur 87,7 mm.
- Presse INSTRON 5988 munie d'un capteur force-déplacement (capacité 400 kN) sur lequel est vissé un disque de chargement de diamètre 79 mm.

Mode opératoire :

1. Remplir le cylindre de granulats ;
2. Ajuster la hauteur de granulats à la règle ;
3. Disposer le cylindre sur une plaque en acier sous la traverse de chargement ;
4. Ajuster visuellement le disque de chargement au plus près de la surface de l'échantillon ;
5. Le programme de charge prévoit une vitesse de chargement de 5 mm/s ;
6. Le cycle consiste à comprimer l'échantillon jusqu'à 120 N puis diminuer le chargement jusqu'à 10 N ;
7. Le programme de charge prévoit 3 cycles de chargement.

Mesures et calculs :

- Tassement après 3 cycles de chargement
- Tassement relatif après 3 cycles
- Ecart type

Conditionnement pour essais de durabilité

Principe :

Les granulés sont conditionnés quatre jours à 23 °C et 60 % HR.

- La condition de température est obtenue via un stockage dans le laboratoire CAVAC, maintenu à 23 °C et 50 % HR via un système de climatisation.
- Afin d'obtenir une ambiance à 60 % HR, on utilise une enceinte de conditionnement en polypropylène de dimensions 26 x 30 x 12 cm soit un volume de 0,010 m³.

Références normatives :

- NF EN ISO 12571 – Détermination des propriétés de sorption hygroscopique
- NF EN ISO 483 – Petites enceintes de conditionnement et d'essai utilisant des solutions aqueuses pour maintenir l'humidité relative à une valeur constante.

Mode opératoire :

On introduit dans l'enceinte une solution saturée de Bromure de sodium. D'après les deux normes citées plus haut, une telle solution permet à 23 °C de maintenir une humidité relative de $58,2 \pm 0,4$ % dans notre enceinte. L'humidité relative et la température sont surveillées à l'intérieur de l'enceinte à l'aide d'un hygromètre.

- Une fois la solution saturée introduite dans l'enceinte, quatre supports en verre sont disposés dans les coins de l'enceinte.
- Une plaque rigide PMMA perforée est posée sur ces supports.
- On dépose le Biofib' Chape à conditionner dans une caisse, disposée sur la plaque afin qu'il n'y ait pas de contact entre la solution et le Biofib' Chape.
- Cette caisse est perforée afin de garantir la bonne circulation de la vapeur d'eau.
- On dépose l'hygromètre sur le Biofib' Chape. On ferme le couvercle de l'enceinte.
- L'enceinte est ensuite scellée avec un ruban adhésif étanche à l'air.
- La masse de Biofib' Chape introduite ainsi que la masse du dispositif complet sont notées

Réaction au feu selon ISO 11925-2

Principe de l'essai :

- 6 éprouvettes sont soumises à l'incidence d'une flamme. Les réactions du matériau et notamment la propagation de la flamme sont observées.

Matériel d'essai :

- Réceptacle grillage dans lequel est disposée la matière en vrac.
- Enceinte ventilée de test au feu de marque WAZAU, conforme à la norme ISO 11925-2.

Mode opératoire

1. Enclencher la ventilation de l'enceinte ;
2. Mettre en place l'éprouvette dans le porte-éprouvette ;
3. Régler sa position par rapport au bruleur de manière à ce que la flamme soit en contact avec l'éprouvette au milieu de sa largeur inférieure ;
4. Allumer le bruleur. Régler l'intensité de la flamme de manière à obtenir une hauteur de flamme de 20 mm ;
5. Approcher la flamme à 10 mm de l'éprouvette comme indique dans la norme.
6. Exposer l'éprouvette à la flamme pendant 15 secondes ;
7. Si après 15 secondes d'exposition l'extrémité de la flamme ne dépasse pas de 150 mm le point d'application de la flamme, le temps d'exposition est porté à 30 secondes.

Si la durée d'application de la flamme est de 15 secondes, l'essai prend fin 20 secondes après la fin de l'exposition.

Si la durée d'application de la flamme est de 30 secondes, l'essai prend fin 60 secondes après la fin de l'exposition.

Mesures et calculs

- Noter l'inflammabilité du produit sous l'incidence de la flamme.
- Si l'extrémité de la flamme dépasse de 150 mm le point d'application de la flamme, noter à quel moment cela se produit.
- Noter le comportement physique du produit au cours de l'essai.

ANNEXE 2 – Matériel d'essai

Cylindre et presse

- Presse INSTRON 5988
- Capteur de force capacité 400 kN, Erreur : $\pm 0,08$ % de la valeur affichée
- Disque de chargement de diamètre 79 mm

Cette photo présente le dispositif utilisé pour l'ensemble des caractérisations mécaniques définies plus haut.

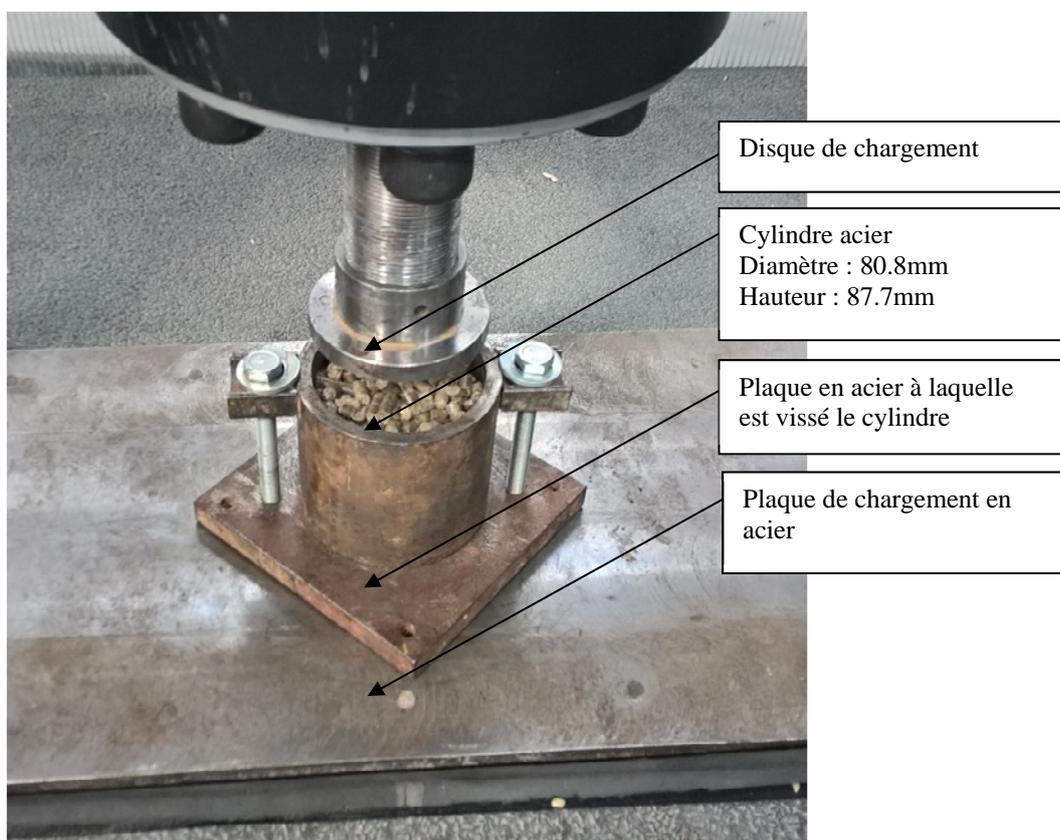


Figure 1 : Dispositif d'essai mécanique

Dispositif défini dans l'EN 13055-1

Cette photo présente le dispositif décrit dans l'EN 13055-1. N'étant pas en possession d'un tel outil, il n'a pas été utilisé pour les essais.

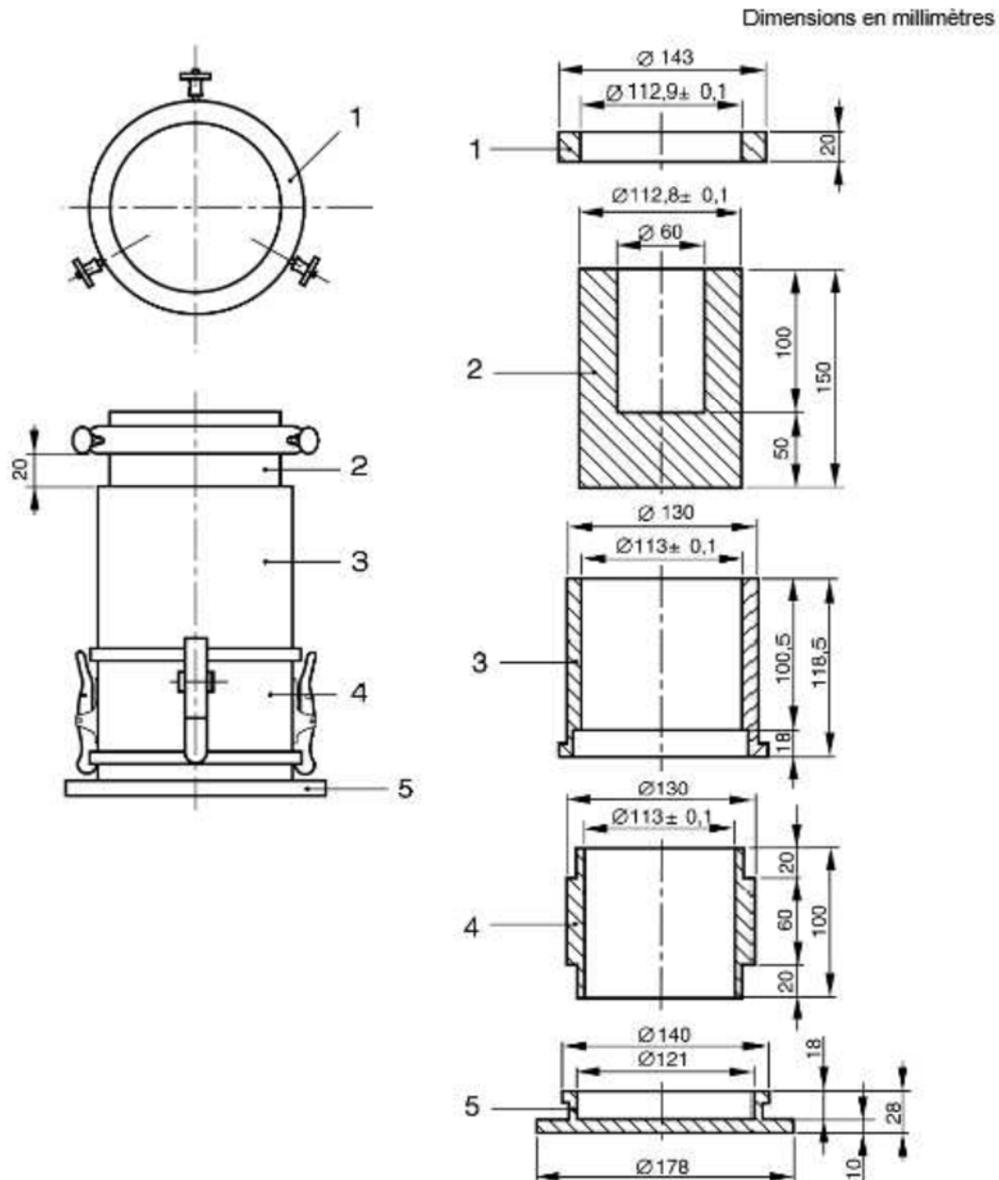


Figure 2 : Dispositif d'essai de compression selon NF EN 13055-1

Tamiseur vibrant



Figure 3 : Tamiseur vibrant équipé de tamis 6,3/3,15/2/1/0,5/0,25 mm