

# Document d'Application

## référence Avis Technique **5/03-1699**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/97-1303 avec additif 5/98-1362

*Panneaux isolants non porteurs en perlite expansée  
(EPB) parementés bitume supports d'étanchéité*

*Isolant thermique non  
porteur support d'étanchéité*

*Non-loadbearing insulation  
as base for waterproofing*

*Nichttragender  
Wärmedämmstoff als  
Untergrund Für Abdichtungen*

## **Gamme Fesco<sup>®</sup>** **surfacé bitume**

relevant de la norme

**NF EN 13169**

**Titulaire :** SITEK  
Division de THERMAL CERAMICS de France  
L'Européen  
2 rue Joseph Monier – Bâtiment C  
F-92859 Rueil-Malmaison Cedex

**Usine et  
Service  
Commercial** THERMAL CERAMICS de France  
Route de Lauterbourg  
F-67160 Wissembourg  
  
Tél. : 03 88 54 87 34  
Fax : 03 88 54 87 39

Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
(arrêté du 2 décembre 1969)

**Groupe Spécialisé n° 5**

Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 13 janvier 2004

Pour le CSTB : J.-D. Merlet, Directeur Technique



Secrétariat de la commission des Avis Techniques CSTB, 4, avenue du Recteur-Poincaré, F-75782 Paris Cedex 16  
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » a examiné, le 24 mars 2003, la demande d'Avis relative à l'isolant thermique non porteur support d'étanchéité Gamme Fesco® surfacé bitume fabriqué et commercialisé par SITEK, division de THERMAL CERAMICS de FRANCE, relevant de l'annexe Z de la norme NF EN 13169. Il a formulé l'Avis Technique ci-après qui rassemble les informations complémentaires utiles aux utilisateurs du produit quant au domaine d'emploi et aux dispositions de mise en œuvre propres à assurer un comportement normal des ouvrages. Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique 5/97-1303 avec additif 5/98-1362, et a été formulé pour les utilisations en France européenne.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Panneaux isolants non porteurs en perlite expansée, fibres et liant - parementés bitume et film thermofusible, supports directs de revêtements d'étanchéité de toiture :

- Terrasse plate ou inclinée, et nulle sur la maçonnerie en climat de plaine ;
- Éléments porteurs conformes :
  - aux normes NF P 10-203 (réf. DTU 20.12), NF P 84-204 et NF P 84-205 (réf. DTU 43.1 et DTU 43.2), pour la maçonnerie,
  - aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (*cahier 2192 du CSTB d'octobre 1987*), pour le béton cellulaire armé de pente 1 % minimum,
  - à la norme NF P 84-206 (réf. DTU 43.3), pour les tôles d'acier nervurées,
  - à la norme NF P 84-207 (réf. DTU 43.4), pour le bois et panneaux dérivés du bois.
  - à la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5), pour les travaux de réparation ;
- Terrasse :
  - inaccessible, y compris chemin de circulation,
  - technique ou à zone technique, y compris avec chemin de roulement d'équipement d'entretien de façade,
  - accessible aux piétons et séjour, y compris dalles sur plots,
  - accessibles aux véhicules légers et lourds,
  - jardin et végétalisée ;
- Située :
  - en climat de plaine et de montagne,
  - en travaux neufs et de réfections,
  - en toutes hygrométries prévues dans les normes NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43),
  - dans les zones de vent 1 - 2 - 3 - 4 tous sites selon les Règles V 65 modifiées, le mode de pose des panneaux isolants pouvant apporter des restrictions d'emploi.

Les panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume :

- Ont les dimensions suivantes :
  - 1200 x 600 mm pour le panneau Fesco S, 1200 x 1000 mm pour le panneau Fesco C-S,
  - épaisseurs 20 à 120 mm pour le panneau Fesco S, et 30 à 120 mm pour le panneau Fesco C-S,et sont à bords droits ou à feuillures pour la version « offset ».
- Peuvent être utilisés : en lit simple, ou en lit supérieur en cas d'une isolation composée.

Les revêtements d'étanchéité sont posés en adhérence totale par soudage.

### 1.2 Mise sur le marché

Les produits, objet du présent Avis, sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 22 février 2002 portant application pour les produits d'isolation thermique manufacturés pour le bâtiment du décret n° 92647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'emploi des produits de construction modifié par le décret n° 95-1051 du 20 septembre 1995.

### 1.3 Identification

L'étiquetage comporte le nom commercial, les dimensions, le code du produit fini, le marquage ACERMI éventuel, le numéro d'Avis Technique, et les caractéristiques intrinsèques de l'isolant indiquées au paragraphe 4.3 du Dossier Technique.

Les panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume ont :

- un suffixe « -DO » pour la version feuillurée (dite « offset »),
- une face noire en bitume recouverte par un film thermofusible.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations prévues par l'annexe Z de la norme NF EN 13169.

## 2 AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique.

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.2.1 Aptitude à l'emploi

##### Sécurité au feu

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

La Face perlite des panneaux Fesco S et Fesco C-S est classée C s1 d0, selon le Certificat de conformité CE n° 1163-CPD-0073.

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

Elle peut être normalement assurée. Cependant, la surface des panneaux est glissante lorsque humide.

##### Isolation thermique

Le paragraphe 2.24 du Dossier Technique donne les résistances thermiques des panneaux isolants Fesco S et Fesco C-S d'épaisseur 20 à 120 mm certifiées par l'ACERMI pour l'année 2003. Il appartient cependant à l'utilisateur de vérifier que le Certificat ACERMI est toujours valide ; faute de quoi, il y aurait lieu de se reporter aux Règles Th-U pour déterminer la conductivité thermique de l'isolant.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2000, la paroi dans laquelle est incorporée l'isolant support d'étanchéité devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient Ubât » des Règles Th-U, qui définit le coefficient (U) surfacique maximum admissible pour la toiture.

##### Accessibilité de la toiture

Gamme Fesco® surfacé bitume peut être utilisée :

- En toiture-terrasse non accessible et en toiture - zone technique, avec les dispositions prescrites par les normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (réf. DTU 43.1 à DTU 43.5) et par les Avis Techniques des revêtements associés.
- En toiture-terrasse accessible aux piétons et aux véhicules légers, avec les dispositions prescrites par la norme NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) et par les Avis Techniques des revêtements associés.
- En toiture-terrasse accessible aux véhicules lourds, avec les dispositions prescrites par les normes NF P 10-203 et NF P 84-204 (réf. DTU 20.12 annexe D et DTU 43.1) et par les Avis Techniques des revêtements associés, en utilisant les caractéristiques indiquées *tableau 1* du Dossier Technique.
- En toiture-terrasse jardin, avec les dispositions prescrites par la norme NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) et par les Avis Techniques des revêtements associés.

## Emploi en climat de montagne

Ce procédé peut être employé en partie courante dans les conditions prévues par la norme NF P 84-204 (réf. DTU 43.1), et associé à un porte-neige dans les conditions prévues par le « Guide des toitures en climat de montagne » (*cahier 2267 du CSTB de septembre 1988*).

## 2.22 Durabilité – entretien

Dans le domaine d'emploi proposé,

- La durabilité des revêtements d'étanchéité traditionnels par bitumes armés adhérents sur support Gamme Fesco® surfacé bitume est appréciée comme satisfaisante.
- Gamme Fesco® surfacé bitume est apte à recevoir les revêtements non traditionnels lorsque l'Avis Technique particulier au revêtement accepte l'emploi en adhérence totale par soudage sur perlite expansée (fibrée).

### Entretien

Cf. les normes NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43).

## 2.23 Fabrication

Effectuée en usine, elle comprend l'autocontrôle nécessaire.

## 2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées. Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté particulière.

Sitek apporte une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

### 2.31 Cas de la réfection

Il est rappelé qu'il appartient au Maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

### 2.32 Limitation d'emploi

Il est rappelé les restrictions d'emploi suivantes du système Gamme Fesco® surfacé bitume :

#### 2.321 Pose libre des panneaux isolants

La pose libre des panneaux Fesco S et Fesco C-S mis en œuvre sur les éléments porteurs maçonnerie - béton cellulaire armé - bois et panneaux dérivés du bois, est possible :

- À condition que la mise hors d'eau de l'isolant soit systématique et que le lestage soit coordonné avec la pose du revêtement.
- La pose du pare-vapeur, de l'isolant, du revêtement d'étanchéité et du lestage sont coordonnées pour assurer la mise hors d'eau et le lestage dans une même opération.

- Pour les terrasses :

a) Sous une protection meuble :

- En lit unique : sans limitation de surface, mais uniquement jusqu'à une pression de vent équivalente à la zone 4 site normal, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur  $\leq 20$  m (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).
- En deux lits superposés :
  - le premier lit est en panneaux Fesco - Fesco B - Fesco C de la Gamme Fesco® non revêtu : par tranche unitaire de travaux ne dépassant pas 500 m<sup>2</sup> entre costières ;
  - le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.

b) Terrasse-jardin en lit unique de panneau Fesco S : par tranche unitaire de travaux avec une surface limitée à 500 m<sup>2</sup> entre costières.

c) Sous des dalles en béton sur plots :

- En lit unique de panneau Fesco S, et en deux lits superposés de panneaux Fesco - Fesco S : pour des surfaces unitaires de travaux ne dépassant pas 200 m<sup>2</sup>.
- Le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.

d) Autres protections lourdes :

- En lit unique de panneau Fesco S : sans limitation de surface entre costières.
- En deux lits superposés :
  - le premier lit est en panneaux Fesco - Fesco B - Fesco C de la Gamme Fesco® non revêtu : par tranche unitaire de travaux ne dépassant pas 500 m<sup>2</sup> entre costières ;
  - le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.

### 2.322 Revêtement d'étanchéité en adhérence totale et apparent

Lorsque le lit unique ou le lit supérieur d'une isolation composée est collé à l'EAC, le système est limité à la dépression de vent équivalente à celle de la zone 4 site exposé, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur  $\leq 20$  m (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2 de décembre 1999).

### 2.323 Lits doublés sur maçonnerie - béton cellulaire - bois et panneaux dérivés du bois

L'isolant à utiliser pour la couche inférieure d'un complexe isolant devra être titulaire d'un Avis Technique revendiquant la classe de compressibilité minimum exigible pour la toiture (cf. guide UEAtc « Systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées » de février 1993, *cahier 2662 de juin 1993 du CSTB*).

## Conclusions

### Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) et complété par le Cahier des Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement.

### Validité

Cinq ans, venant à expiration le 31 mars 2008.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5  
Le Président  
C. DUCHESNE

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

En ce qui concerne les couvertures végétalisées, le procédé d'étanchéité devra être titulaire d'un Avis Technique particulier adapté à ce type de toitures-terrasses.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5  
E. SALIMBENI

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Destination

Gamme Fesco® surfacé bitume est le nom générique d'une gamme d'isolants thermiques rigides avec parement bitumineux soudable, support direct de revêtement d'étanchéité de toitures.

Cette gamme comprend deux panneaux de base parementés bitume :

- Fesco S,
  - et Fesco C-S,
- qui se distinguent selon leurs dimensions et l'élément porteur visé.

Selon l'élément porteur visé aux chapitres suivants, les panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume sont posés :

- Formation :
  - en un lit unique,
  - en lit supérieur de deux lits superposés, avec utilisation des isolants non parementés Fesco - Fesco B - Fesco C en lit inférieur (cf. Avis Technique Gamme Fesco® non revêtu),
  - en lit supérieur de deux lits superposés, avec utilisation d'un autre isolant en lit inférieur, dans le domaine d'emploi accepté dans l'Avis Technique du lit inférieur.
- Sur toitures (¹) :
  - inaccessibles, y compris chemins de circulation,
  - à zones techniques,
  - terrasses-techniques,
  - accessibles aux piétons et séjour, y compris dalles sur plots,
  - accessibles aux véhicules légers et lourds,
  - avec chemin de roulement d'équipement d'entretien de façade,
  - terrasses-jardins,
  - terrasses végétalisées,
  - en climat de plaine et de montagne,
  - en travaux neufs ou de rénovation,
  - sur locaux en faible, moyenne, forte et très forte hygrométrie selon les normes NF P 84 série 200 (DTU série 43) concernées,
  - dans les zones de vent 1, 2, 3 et 4, tous sites selon les Règles V 65 avec modificatif n° 2 de décembre 1999.
- Comme support de revêtement d'étanchéité par adhérence totale en système autoprotégé ou sous protection lourde rapportée.

### 2. Description du produit

#### 2.1 Désignations commerciales des panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume

- Fesco S (code de produit fini : EPB 302 S) est la désignation des panneaux prévus pour l'utilisation sur toitures avec éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire armé.
- Fesco C-S (code de produit fini : EPB 302 S) sont les désignations des panneaux prévus pour l'utilisation sur toitures avec éléments porteurs en tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés.

#### 2.2 Description

Les panneaux Gamme Fesco® surfacé bitume sont conformes à la norme EN 13169.

Les panneaux Fesco S et Fesco C-S sont constitués de perlite expansée (silicate d'alumine d'origine volcanique), de fibres cellulosiques et de fibres de verre agglomérées par liant organique et comportent une face noire en bitume oxydé 85/25, quantité  $350 \pm 50 \text{ g/m}^2$ , protégée par un film thermofusible.

Cet état de surface permet une protection de la surface des panneaux pendant la pose en cas d'intempéries, ainsi qu'une bonne soudabilité pour les revêtements d'étanchéité associés.

Les bords des panneaux sont droits ou à feuillures de largeur 20 mm sur 4 côtés à mi-épaisseur à partir de l'épaisseur 40 mm en version dite « offset », identifiée par le suffixe « -DO ».

#### 2.3 Caractéristiques du matériau

##### 2.3.1 Caractéristiques spécifiées

Le *tableau 1* indique les valeurs spécifiées d'identification et d'aptitude à l'emploi.

##### 2.3.2 Autres caractéristiques indicatives

Elles sont indiquées aux *tableaux 2 - 3* du Dossier Technique.

##### 2.3.3 Tassement absolu des panneaux sous charges d'utilisation réparties

Le *tableau 4* indique le tassement absolu (en mm) des panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume sous charge d'utilisation, limité à 2 mm admis pour les revêtements d'étanchéité usuels.

En cas d'emploi en plusieurs lits d'isolant, le tassement absolu de chaque produit s'ajoute.

##### 2.3.4 Résistance thermique

Le *tableau 5* donne pour chaque épaisseur la résistance thermique utile à prendre en compte pour le calcul des coefficients de déperdition thermique. Les valeurs sont celles du Certificat ACERMI en cours de validité en 2003, à partir des épaisseurs 20 mm (Fesco S) et 30 mm (Fesco C-S).

Il appartient à l'utilisateur de se référer au Certificat ACERMI de l'année en cours. À défaut d'un certificat valide, les valeurs de résistance thermique de l'isolant seront calculées en prenant la conductivité selon le § 2.65 du fascicule 2/5 « Matériaux » des Règles Th-U.

##### 2.3.5 Épaisseur minimale des Fesco C-S sur TAN

###### 2.3.5.1 Lit unique

Pour des largeurs hautes de nervures  $\leq 70$  mm, l'épaisseur minimale du panneau Fesco C-S est 30 mm.

Pour les panneaux d'épaisseur 30 et 35 mm, la portée maximum d'utilisation des TAN est celle qui correspond à une charge d'exploitation, selon le tableau « portée-charge » de la fiche technique du profil, au moins égale à la valeur indiquée au *tableau 6* (ou charge réelle si supérieure).

*Tableau 6 – Charge minimale à retenir pour le choix des TAN*

Épaisseur Fesco C-S	Charge d'exploitation
30 mm	$\geq 175 \text{ daN/m}^2$
35 mm	$\geq 150 \text{ daN/m}^2$

De plus, les panneaux d'épaisseur 30 et 35 mm sont posés sens longueur parallèle aux nervures, et la mise en place des fixations mécaniques se fait à l'avancement.

###### 2.3.5.2 Superposition de lits

Dans le cas d'un premier lit inférieur en laine minérale, l'épaisseur minimale du panneau supérieur Fesco C-S est 30 mm.

¹ Se reporter au CPT de l'Avis (paragraphe 2.323).

## 3. Prescriptions des autres éléments du complexe

### 3.1 Éléments porteurs

- Constitution :
  - Les éléments porteurs en maçonnerie sont conformes aux normes NF P 10-203 (DTU 20.12), NF P 84-204 (DTU 43.1) et NF P 84-205 (DTU 43.2).
  - Les éléments porteurs en béton cellulaire sont conformes aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (*cahier 2192 du CSTB d'octobre 1987*) ou à leurs Avis Techniques particuliers.
  - Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées sont conformes à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) ou à leurs Avis Techniques particuliers.
  - Les éléments porteurs en bois et panneaux dérivés sont conformes à la norme NF P 84-207 (DTU 43.4) ou à leurs Avis Techniques particuliers.
- Pentes minimale - maximale des toitures : conformes aux normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (DTU 43.1 à DTU 43.5), aux Avis Techniques particuliers des dalles de béton cellulaire armé, ou à l'Avis Technique particulier du revêtement d'étanchéité ; cf. *tableau 15*.

### 3.2 Barrière de vapeur

- Maçonnerie, bois et panneaux dérivés du bois :  
L'écran vapeur doit être conforme :
  - aux normes NF P 84-204 - NF P 84-205 et NF P 84-207 (DTU 43.1, DTU 43.2 et DTU 43.4) en fonction de l'élément porteur,
  - ou aux Avis Techniques des revêtements d'étanchéité,
  - ou encore à l'Avis Technique de l'isolant utilisé pour le premier lit en cas de superposition de panneaux.
- Tôles d'acier nervurées :
  - Lorsqu'il est prévu, le pare-vapeur est posé conformément à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), ou aux Avis Techniques des revêtements d'étanchéité, ou encore à l'Avis Technique de l'isolant du premier lit en cas de superposition de panneaux.
  - Pour les locaux à très forte hygrométrie : cf. § 6.242.
- Dalles en béton cellulaire armé :  
Le pare-vapeur doit être prescrit par les « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (*cahier 2192 du CSTB d'octobre 1987*), ou par l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire, ou encore à l'Avis Technique de l'isolant du premier lit en cas de superposition de panneaux.

### 3.3 Prescriptions relatives aux supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciennes étanchéités (revêtements indépendants exclus) type multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié pouvant être sur différents éléments porteurs : bacs aciers, bois - panneaux dérivés du bois, maçonnerie, et béton cellulaire armé.

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF P 84-208 (DTU 43.5).

### 3.4 Revêtements d'étanchéité

- Revêtements traditionnels d'étanchéité par feutres bitumés et bitumes armés conformes aux normes NF P 84 série 200 (DTU série 43).
- Revêtements non traditionnels d'étanchéité conformes à leurs Avis Techniques prévus pour une pose en adhérence totale par soudage :
  - en système autoprotégé,
  - ou sous protection lourde rapportée, sur panneaux de perlite expansée (fibrée) parementés bitume.

Le *tableau 12* résume les conditions d'utilisation.

## 3.5 Accessoires de fixation

### 3.5.1 Colles

- Bitume chaud (EAC) selon les normes NF P 84 série 200 (DTU série 43).
- Colles à froid définies dans les Avis Techniques de revêtements d'étanchéité ou, en cas de superposition de lits, dans l'Avis Technique de l'isolant du premier lit.

### 3.5.2 Fixations mécaniques

- Fixations mécaniques pour TAN selon la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) de longueur égale à l'épaisseur d'isolation plus 15 mm environ.  
Vis ou rivet de résistance à la corrosion suivant guide UEAtc :
  - de classe 1 (2 cycles Kesternich minimum) dans le cas de premier lit en laine minérale et en panneaux Fesco - Fesco B - Fesco C (Gamme Fesco® non revêtu), ou en lit unique de panneau Fesco C-S,
  - de classe 2 (12 cycles Kesternich minimum) dans le cas d'un premier lit en mousse phénolique (Résol).
- Fixations pour béton de résistance caractéristique à l'arrachement minimale 90 daN :
  - selon la norme NF P 84-205 (DTU 43.2),
  - ou d'un autre type, par exemple :
    - clous à friction, exemple : NAILFIX de la société Étanco,
    - vis à béton, exemple : BETOFAST de la société Étanco ; suivant le *cahier 3229 du CSTB de juin 2000*.
- Fixations pour béton cellulaire conformes aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (*cahier 2192 du CSTB d'octobre 1987*), et au *cahier 3229 du CSTB de juin 2000*.
- Fixations mécaniques pour bois selon la norme NF P 84-207 (DTU 43.4) et le *cahier 3229 du CSTB de juin 2000*.
- Fixations pour isolant définies dans les Avis Techniques des revêtements d'étanchéité.
- Les caractéristiques des plaquettes de répartition en acier : épaisseur 0,75 mm minimum si elles sont nervurées - 1,00 mm si elles sont planes, forme ronde - carrée - rectangulaire - oblongue de surface au moins égale à celle de la plaquette du système de référence.  
Les densités adaptées à des fixations de  $P_k < 1200$  N doivent faire l'objet d'un calcul particulier relevant de l'assistance technique de Sitek (cf. § 6.62).

### 3.6 Écrans

- Écran selon la norme NF P 84 série 200 (DTU série 43) concernée, ou Avis Technique des revêtements d'étanchéité.
- Écran de séparation selon Avis Technique du panneau en mousse phénolique (Résol).

### 3.7 Protections

Selon les normes NF P 84 série 200 (DTU série 43), les « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (*cahier 2192 du CSTB d'octobre 1987*), ou Avis Techniques des revêtements d'étanchéité.

### 3.8 Panneaux isolants utilisables en lit inférieur

Voir *tableaux 9 - 10 - 11*

Matériaux utilisables en lit inférieur dans le cas d'utilisation en deux lits d'isolation :

- a) Sur TAN :
  - Panneaux en laine minérale selon Avis Technique en cours de validité : PRIMA (société Flumroc) et TERMOTOIT (société Termo) ;
  - Panneau en mousse phénolique (Résol) selon Avis Technique en cours de validité ;
  - Panneaux Fesco B ou Fesco C (Gamme Fesco® non revêtu).

b) Sur maçonnerie, béton cellulaire armé :

- Panneau Fesco (Gamme Fesco® non revêtu) ;
- Ou autre panneau isolant dont l'emploi en lit inférieur de panneaux de perlite expansée (fibrée) est spécifiquement mentionné dans son Avis Technique, selon les conditions de mise en œuvre et de destination retenues dans ce document <sup>(1)</sup>.

c) Sur bois et panneaux dérivés du bois :

- Panneaux Fesco B ou Fesco C (Gamme Fesco® non revêtu),
- Ou autre panneau isolant dont l'emploi en lit inférieur de panneaux de perlite expansée (fibrée) est spécifiquement mentionné dans son Avis Technique, selon les conditions de mise en œuvre et de destination retenues dans ce document <sup>(1)</sup>.

## 4. Fabrication et contrôles

### 4.1 Centre de fabrication

La fabrication est faite dans l'usine THERMAL CERAMICS de FRANCE à Wissembourg (67), sous certification ISO 9002.

### 4.2 Contrôles de fabrication

Voir tableau 7

### 4.3 Conditionnement - étiquetage

Les panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume sont conditionnés sous film plastique thermorétracté. Les paquets sont livrés sur palette bois avec protection en film plastique transparent permettant un stockage en extérieur pendant un mois environ.

a) Les palettes comportent une étiquette indiquant :

- le nom commercial,
- le code de produit fini : EPB 302 S pour les panneaux FescoDrain S et FescoDrain C-S,
- le numéro d'Avis Technique,
- la classe de réaction au feu,
- le marquage CE,
- et des mentions d'agrément et de certification d'autres pays.

b) Chaque paquet comporte en outre une étiquette mentionnant :

- les dimensions,
- l'épaisseur,
- le nombre de panneaux,
- la surface,
- le marquage éventuel ACERMI,
- le code de produit fini : EPB 302 S pour les panneaux FescoDrain S et FescoDrain C-S,
- et le code de fabrication.

## 5. Stockage et protection sur chantier

Le stockage des panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume sur chantier doit les mettre à l'abri des intempéries.

Aucun panneau ne doit être posé s'il est humidifié dans son épaisseur.

La pose de la première couche du revêtement d'étanchéité doit suivre la pose des panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume et les protéger des intempéries.

## 6. Mise en œuvre des panneaux Fesco S - Fesco CS

### 6.1 Principes généraux de pose de l'isolation

Les panneaux isolants sont fixés à la structure porteuse soit par l'intermédiaire du pare-vapeur (§ 3.2, 3.3) en cas de collage, soit par des fixations mécaniques.

Également, les panneaux isolants peuvent ne pas être fixés sur les supports maçonnerie - béton cellulaire armé - bois et panneaux dérivés du bois sous une protection lourde rapportée (§ 6.124, 7.221).

La fixation mécanique des panneaux isolants est destinée aux locaux à faible et moyenne hygrométrie.

(1) Se reporter au CPT de l'Avis (paragraphe 2.323).

### 6.11 Généralités

La pose s'effectue en un ou plusieurs lits selon les cas visés ci-après. Chaque lit est posé en quinconce, les joints de deux lits n'étant pas superposés, et le lit supérieur étant toujours constitué d'un panneau de perlite expansée (fibrée) de la Gamme Fesco® surfacé bitume (cf. *tableaux 9 - 10 - 11*).

En toiture courbe, les panneaux sont découpés si nécessaire en bandes de largeur maximum « L » en fonction du rayon de courbure « R » de la toiture, selon les formules suivantes :

- Si l'isolant est fixé mécaniquement :  $L \leq \sqrt{\frac{R}{50}}$

avec au minimum 4 fixations par panneau ;

- Si l'isolant est collé :  $L \leq \sqrt{\frac{R}{100}}$ .

Nota : « L » et « R » en mètre.

### 6.12 Mode de liaison à l'élément porteur

Les panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume peuvent être mis en œuvre selon l'une des dispositions décrites dans les *tableaux 8 - 9 - 10 - 11* :

#### 6.121 Par collage à chaud

Collage à l'EAC des panneaux Fesco S et Fesco C-S, à raison de 1,2 kg/m<sup>2</sup> au minimum en zones régulièrement réparties, le dernier lit d'EAC du pare-vapeur ne pouvant pas servir au collage des panneaux isolants. Le collage à l'EAC est limité à des pentes ≤ 40 %.

Le collage à l'EAC est admis :

- Sur des éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire armé, bois et panneaux dérivés du bois ;
- Sur un écran-vapeur continu conforme à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) dans le cas de locaux à forte hygrométrie sur TAN (§ 6.241) ;
- Sur un platelage continu conforme à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) dans le cas de locaux à très forte hygrométrie sur TAN (§ 6.242) ;
- Sur des versants plans ou courbes avec limitation de la longueur des panneaux (§ 6.11) ;
- Par collage entre couches d'isolants, en cas de superposition de lits.  
Dans le cas de deux lits d'isolants, ces derniers peuvent être collés à l'EAC :
  - l'un sur l'autre directement dans le cas où le premier lit est réalisé en panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu,
  - ou sur une première couche d'EAC refroidie faite sur le dessus dans le cas où le premier lit d'isolant est d'une autre nature (panneaux parementés bitume ou VV exclus).
- Sous un revêtement d'étanchéité apparent, jusqu'à une pression de vent équivalente à la zone de vent 4 site exposé, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur ≤ 20 m (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).

#### 6.122 Par collage à froid sous protection lourde

Collage à froid des panneaux Fesco S et Fesco C-S en lit unique ou en lits doubles, sur support maçonnerie - béton cellulaire armé - bois et panneaux dérivés du bois, effectué selon les prescriptions définies :

- dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité, ou
- dans l'Avis Technique de l'isolant particulier utilisé en premier lit dans le cas de lits superposés,

et sous une protection lourde rapportée.

#### 6.123 À l'aide de fixations mécaniques

Les panneaux Fesco S et Fesco C-S peuvent être fixés mécaniquement quelque soit l'élément porteur :

- En lit unique ou en lits superposés ;
- En versants plans ou en versants courbes ;
- Soit à l'aide fixations mécaniques déterminées selon le § 6.6 et *tableaux 13 - 14* ;
- Soit à l'aide d'une fixation préalable par panneau :
  - sous protection lourde rapportée,
  - ou lorsque le second lit est fixé mécaniquement selon le § 6.6 et *tableaux 13 - 14*.

## 6.124 En pose libre

Pose libre des panneaux Fesco S et Fesco C-S sur les supports maçonnerie - béton cellulaire - bois et panneaux dérivés du bois, effectuée sous une protection lourde rapportée et selon les dispositions indiquées au § 7.221.

## 6.2 Mise en œuvre des panneaux Fesco C-S sur tôles d'acier nervurées

Tableaux 8 - 9

### 6.21 Généralités

On utilise exclusivement le panneau Fesco C-S, soit en lit unique, soit en lit supérieur de deux couches superposées.

### 6.22 Éléments porteurs

La flèche minimum admissible des tôles d'acier est réduite en considérant une charge d'exploitation minimum lorsqu'elles supportent le panneau Fesco C-S d'épaisseur 30 ou 35 mm en lit simple (cf. § 2.351 et *tableau 6*).

### 6.23 Mise en œuvre du panneau Fesco C-S sur locaux à faible et moyenne hygrométrie

La fixation du panneau s'effectue selon prescriptions suivantes, ou à défaut selon la norme NF P 84-206 (DTU 43.3).

#### 6.231 Pose en lit unique du panneau Fesco C-S sous un revêtement en adhérence totale

Tableau 8

##### a) Système autoprotégé :

Le panneau Fesco C-S a des fixations mécaniques selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14*.

##### b) Sous protection lourde rapportée :

La pose du panneau Fesco C-S s'effectue avec une fixation mécanique centrale par panneau.

#### 6.232 Pose en lits doublés sous un revêtement en adhérence totale

Tableau 9.a

##### 6.2321 Sur un premier lit de mousse phénolique

##### a) Les prescriptions de pose du premier lit sont celles de l'Avis Technique de la mousse phénolique (Résol), et en particulier :

- pose uniquement sur tôle d'acier nervurée pleine,
- pose d'un écran de séparation sur les tôles d'acier,
- liaisonnement à l'aide d'une fixation centrale par panneau, avec vis de classe 2 (guide UEAtc) et plaquette aluzinc.

##### b) Le lit supérieur en panneau Fesco C-S est fixé sous un revêtement autoprotégé en adhérence totale :

- par des fixations mécaniques selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14*,
- et en utilisant des vis de classe 2 (guide UEAtc) et des plaquettes de répartition en acier galvanisé.

##### 6.2322 Sur un premier lit en laine minérale

##### a) Les panneaux en laine minérale définis au § 3.8a sont utilisés en premier lit selon leur Avis Technique, et en particulier :

- pose sur tôle d'acier nervurée pleine, perforée ou crevée,
- épaisseur selon l'ouverture d'onde,
- fixation à l'aide d'une fixation centrale par panneau, ou par fixations mécaniques selon la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) dans le cas d'un revêtement autoprotégé adhérent.

##### b) Par dérogation à leurs Avis Techniques, l'utilisation de panneaux de classe B (guide UEAtc) en lit inférieur et du panneau Fesco C-S en lit supérieur autorise l'application sur zones techniques (hors chemins de nacelles).

##### c) Le panneau supérieur en panneau Fesco C-S est fixé :

- Système autoprotégé : collé à l'EAC, ou fixations mécaniques selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14* ;
- Sous une protection lourde rapportée : une fixation mécanique centrale par panneau.

##### 6.2323 Sur un premier lit en Fesco B ou Fesco C

Les deux lits superposés de panneaux isolants sont constitués :

- de panneau Fesco B ou Fesco C (Gamme Fesco® non revêtu) pour le lit inférieur,
- de panneau Fesco C-S pour le lit supérieur, et fixés de la façon suivante :

##### a) Système autoprotégé :

- Lit inférieur en panneau Fesco B ou Fesco C :
  - une fixation mécanique centrale par panneau, si le deuxième lit est fixé mécaniquement selon le § 6.6 et les *tableaux 14*,
  - ou fixations mécaniques selon les dispositions de son Avis Technique.
- Lit supérieur en panneau Fesco C-S :
  - fixations mécaniques selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14*,
  - ou collé à l'EAC directement sur la face supérieure des panneaux Fesco B ou Fesco C.

##### b) Sous protection lourde rapportée :

- Lit inférieur en panneau Fesco B ou Fesco C : une fixation centrale par panneau,
- Lit supérieur en panneau Fesco C-S : une fixation centrale par panneau.

### 6.24 Cas des locaux à forte ou très forte hygrométrie

#### 6.241 Locaux à forte hygrométrie

Tableaux 8 - 9.b

Sur locaux à forte hygrométrie la pose s'effectue :

- en lit unique de panneau Fesco C-S,
- ou en deux lits, avec couche inférieure en panneau Fesco B ou Fesco C (Gamme Fesco® non revêtu),

et par collage à l'EAC conformément à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3).

#### 6.242 Locaux à très forte hygrométrie

Tableau 8

Sur locaux à très forte hygrométrie, la pose s'effectue selon prescriptions de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) (tôles avec protection et fixation sur pannes, platelage et fixation sur TAN, pare-vapeur, etc.), sur toitures de pente maximale 40 %, et avec les règles complémentaires suivantes :

- Le pare-vapeur est remonté verticalement sur toute la hauteur de l'isolant au droit de toutes les émergences et acrotères,
- On utilise un lit unique de panneaux Fesco C-S collé à l'EAC sur pare-vapeur, la dernière couche d'EAC du pare-vapeur ne pouvant pas servir au collage des panneaux.

## 6.3 Mise en œuvre des panneaux Fesco S sur élément porteur en maçonnerie

La fixation des panneaux s'effectue selon prescriptions suivantes, ou à défaut selon les normes NF P 84-204 - NF P 84-205 (DTU 43.1 et DTU 43.2).

### 6.31 Pose en un lit unique sous le revêtement en adhérence totale

Tableau 8

##### a) Système autoprotégé, le panneau Fesco S peut être :

- Soit collé à l'EAC ;
- Soit fixé mécaniquement :
  - sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie uniquement,
  - selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 13*,
  - sauf sur les éléments porteurs avec : des formes de pente en béton lourd ou léger, des voiles précontraints ou minces préfabriqués, des corps creux avec ou sans chape de répartition, des planchers à chauffage incorporé, des planchers comportant des distributions électriques noyées.

b) Sous protection lourde, le panneau Fesco S peut être posé :

- Soit collé à l'EAC ;
- Soit collé à l'aide d'une colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité ;
- Soit libre sous une protection rapportée :
  - lourde meuble,
  - terrasse-jardin
  - dalles en béton sur plots,
  - autres protections lourdes,selon les dispositions indiquées au § 7.221,

à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection se fasse à l'avancement.

Les dispositions ci-dessus sont applicables également dans le cas de revêtement d'étanchéité assurant par eux-mêmes un lestage résistant au vent.

## 6.32 Pose en deux lits superposés sous un revêtement en adhérence totale

Tableau 10

### 6.321 Deux lits de panneaux Fesco - Fesco S

Les deux lits superposés de panneaux isolants sont constitués :

- de panneau Fesco (Gamme Fesco® non revêtu) pour le lit inférieur,
- de panneau Fesco S pour le lit supérieur.

Les panneaux sont fixés, soit par fixations mécaniques, soit par collage à l'EAC, de la façon suivante :

a) Système autoprotégé :

- Lit inférieur en panneau Fesco :
  - collage à l'EAC,
  - ou avec une fixation mécanique centrale par panneau si le deuxième lit est fixé mécaniquement selon le § 6.6 et les *tableaux 13*,
  - ou fixations mécaniques selon les dispositions de son Avis Technique.
- Lit supérieur en panneau Fesco S :
  - soit collé à l'EAC directement sur la face supérieure du panneau Fesco en premier lit,
  - soit fixé mécaniquement selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 13*.

b) Sous protection lourde :

- Lit inférieur en panneau Fesco :
  - collage à l'EAC, ou colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité, ou une fixation mécanique centrale par panneau,
  - libre à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection se fasse à l'avancement (limitation d'usage cf. § 7.221).
- Lit supérieur en panneau Fesco S :
  - soit collé à l'EAC directement sur le premier lit de panneau Fesco,
  - soit collé à l'aide d'une colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité,
  - soit avec une fixation mécanique centrale par panneau,
  - soit libre à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection se fasse à l'avancement (limitation d'usage cf. § 7.221).

### 6.322 Panneau Fesco S en lit supérieur et un autre isolant en premier lit

a) Système autoprotégé :

Elle peut s'effectuer soit par fixations mécaniques, soit par collage à l'EAC, de la façon suivante :

- Lit inférieur :
  - collage à l'EAC,
  - ou fixation mécanique préalable de l'isolant si le deuxième lit est fixé mécaniquement selon le § 6.6 et les *tableaux 13*,
  - ou fixations mécaniques selon les dispositions de l'Avis Technique de l'isolant,selon l'Avis Technique des panneaux du premier lit.

• Lit supérieur en panneau Fesco S :

- soit collé à l'EAC sur un premier lit d'EAC refroidi réalisé sur la face supérieure des panneaux du premier lit, si l'Avis Technique des panneaux du lit inférieur le permet (les panneaux parementés bitume et VV sont exclus),
- soit fixé mécaniquement selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 13*.

b) Sous protection lourde :

• Lit inférieur :

- collage à l'EAC, ou colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité, ou fixation mécanique préalable de l'isolant,
- soit libre à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection se fasse à l'avancement (limitation d'usage cf. § 7.221), selon l'Avis Technique des panneaux du premier lit.

• Lit supérieur en panneau Fesco S :

- soit collé à l'EAC, si l'Avis Technique des panneaux du lit inférieur le permet (les panneaux parementés bitume et VV sont exclus),
- soit collé à l'aide d'une colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité ou de l'isolant du premier lit,
- soit avec une fixation mécanique centrale par panneau,
- soit libre à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection se fasse à l'avancement (limitation d'usage cf. § 7.221).

## 6.4 Mise en œuvre des Fesco C-S sur bois et panneaux dérivés du bois

La fixation des panneaux s'effectue selon prescriptions suivantes, ou à défaut selon la norme NF P 84-207 (DTU 43.4).

### 6.41 Pose en un lit unique sous le revêtement en adhérence totale

Tableau 8

Le panneau Fesco C-S peut être :

a) Système autoprotégé :

- Soit collé à l'EAC,
- Soit fixé mécaniquement :
  - sur locaux à faible ou moyenne hygrométrie uniquement,
  - selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée au *tableau 14*.

b) Sous protection lourde :

- Soit collé à l'EAC,
- Soit avec une fixation mécanique centrale par panneau,
- Soit collé à l'aide d'une colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité,
- Soit libre, avec les limitations d'usage indiquées au § 7.221, et à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection se fasse à l'avancement.

Les dispositions ci-dessus sont applicables également dans le cas de revêtement d'étanchéité assurant par eux-mêmes un lestage résistant au vent.

### 6.42 Pose en deux lits superposés sous un revêtement en adhérence totale

Tableau 11

#### 6.421 Premier lit en panneau Fesco B ou Fesco C et deuxième lit en panneau Fesco C-S

a) Système autoprotégé :

Elle peut s'effectuer soit par fixations mécaniques, soit par collage à l'EAC, de la façon suivante :

- Lit inférieur en panneau Fesco B ou Fesco C :
  - collage à l'EAC,
  - ou avec une fixation mécanique centrale par panneau si le deuxième lit est fixé mécaniquement selon le § 6.6 et les *tableaux 14*,
  - ou fixations mécaniques selon les dispositions de son Avis Technique.

- Lit supérieur en panneau Fesco C-S :
  - soit collé à l'EAC directement sur la face supérieure des panneaux Fesco B ou Fesco C du premier lit,
  - soit fixé mécaniquement selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14*.

b) Sous protection lourde :

- Lit inférieur en panneau Fesco B ou Fesco C :
  - collage à l'EAC, ou colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité, ou une fixation mécanique centrale,
  - soit libre à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection lourde meuble se fasse à l'avancement (limitation d'usage cf. § 7.221).
- Lit supérieur en panneau Fesco C-S :
  - soit collé à l'EAC directement sur le premier lit de panneau Fesco B ou Fesco C,
  - soit collé à l'aide d'une colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité,
  - soit une fixation mécanique centrale par panneau,
  - soit libre à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection lourde meuble se fasse à l'avancement (limitation d'usage cf. § 7.221).

#### 6.422 Panneau C-S en lit supérieur, et un autre isolant en premier lit

a) Système autoprotégé :

Elle peut s'effectuer soit par fixations mécaniques, soit par collage à l'EAC, de la façon suivante :

- Lit inférieur :
    - collage à l'EAC,
    - ou fixation mécanique préalable de l'isolant si le deuxième lit en panneau Fesco C-S est fixé mécaniquement selon le § 6.6 et les *tableaux 14*,
    - ou fixations mécaniques selon l'Avis Technique de l'isolant du premier lit, selon l'Avis Technique des panneaux du premier lit.
  - Lit supérieur en panneau Fesco C-S :
    - soit collé à l'EAC sur un premier lit d'EAC refroidi réalisé sur la face supérieure des panneaux du premier lit (isolants parementés bitume et VV exclus),
    - soit fixé mécaniquement selon les dispositions décrites au § 6.6, et selon la densité indiquée aux *tableaux 14*.
- b) Sous protection lourde :
- Lit inférieur :
    - collage à l'EAC, ou fixation mécanique préalable de l'isolant, ou colle à froid définie dans l'Avis Technique de l'étanchéité ou de l'isolant du premier lit, ou fixations mécaniques selon l'Avis Technique de l'isolant du premier lit,
    - soit libre à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection lourde meuble se fasse à l'avancement (limitation d'usage cf. § 7.221), selon l'Avis Technique des panneaux du premier lit.
  - Lit supérieur en panneau Fesco C-S :
    - soit collé à l'EAC sur les panneaux du premier lit avec une couche d'EAC refroidie réalisée sur la face supérieure (isolants parementés bitume et VV exclus),
    - soit collé à l'aide d'une colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité ou de l'isolant du premier lit,
    - soit une fixation mécanique préalable par panneau,
    - soit libre à condition que la mise en œuvre de l'étanchéité et de sa protection lourde meuble se fasse à l'avancement (limitation d'usage cf. § 7.221).

### 6.5 Mise en œuvre sur dalle de béton cellulaire

Les panneaux Fesco S en lit simple, ou en deux lits superposés avec lit supérieur en panneau Fesco S, sont fixés de la même façon que sur le support maçonnerie, cf. § 6.3, selon les Avis Techniques des dalles et les « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (*cahier 2192 du CSTB d'octobre 1987*) attachées à ces Avis.

## 6.6 Ces des panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume fixés mécaniquement

### 6.61 Cas courant

Les panneaux Fesco S et Fesco C-S sont fixés selon la densité indiquée aux *tableaux 13 - 14* et aux conditions suivantes :

- Pour un système de référence (sr) :
    - Effort admissible par fixation :  $Wadm_{sr} = 608 \text{ N / fixation}$ ,
    - Attelage de fixation « vis et plaquette » :
      - de résistance caractéristique à l'arrachement au moins égale à 1200 N ( $Pk_{sr}$ ) dans une tôle d'acier pleine d'épaisseur 0,75 mm,
      - plaquette de dimensions 64 mm × 64 mm - épaisseur conforme à la norme NF P 84 série 200 (DTU série 43) et au *cahier 3229 du CSTB de juin 2000*.
  - Pour des bâtiments d'élanement courant :
    - $h / a \leq 0,5$  et  $h / b \leq 1$ ,  
h : hauteur, a : longueur et b : largeur du bâtiment,
    - à versants plans de flèche  $\leq 4h / 5$  ou à versants courbes de flèches  $\leq 2h / 3$ .
- les rives de toitures ont une largeur égale à  $1/10^{\text{ème}}$  de la hauteur et d'au moins 2 mètres.

On utilise au minimum :

- 4 fixations par panneau 1,20 m x 0,60 m,
- 5 fixations par panneau 1,20 m x 1 m.

Les panneaux découpés sont obligatoirement fixés avec une densité de fixations au moins égale à celle des panneaux entiers.

La distance entre le bord des plaquettes de répartition et le bord du panneau est d'environ 20 cm.

### 6.62 Cas particuliers

Pour d'autres configurations, Sitek peut assister les entreprises dans le calcul des densités de fixations en considérant un effort admissible en vent extrême par fixation et :

- Soit les règles d'adaptation du document « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture et d'isolants supports » (*cahier 3229 du CSTB de juin 2000*),
- Soit les dépressions maximales calculées en application des Règles NV 65 modifiées en décembre 1999, à communiquer à Sitek, en fonction de la résistance caractéristique du nouvel attelage ( $R_{ns}$ ), déterminé à partir :
  - support neuf : du  $Pk_{fi}$  ou du  $Q_{fi}$  (béton courant),
  - travaux de réfections :
    - du  $Pk_{réel}$  ou du  $Q_{réel}$  (béton courant) par une campagne d'essais in situ pour les éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire armé, bois et panneaux dérivés du bois,
    - du  $Pk_{fi}$  dans le cas du support TAN.

La densité des fixations du nouveau système ( $D_{ns}$ ) est à calculer en fonction de l'effort admissible  $Wadm_{ns}$  du nouveau système.

## 7. Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité, et protection éventuelle

### 7.1 Revêtement d'étanchéité en adhérence totale

Le revêtement d'étanchéité défini au § 3.4 :

- est posé selon les normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (DTU 43.1 à DTU 43.5) en fonction du support, ou selon Avis Technique,
- est soudé en plein sur les panneaux Fesco S et Fesco C-S en faisant fondre le film thermofusible de surface.

## 7.2 Protection rapportée éventuelle

### 7.21 Cas courants

La protection rapportée est conforme, en fonction de l'élément porteur, aux normes NF P 84-204 (DTU 43.1) - NF P 84-206 (DTU 43.3) - NF P 84-207 (DTU 43.4), ou selon Avis Technique.

### 7.22 Cas particuliers

#### 7.221 Pose libre des panneaux Fesco S et Fesco C-S

La pose libre des panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume support d'étanchéité est possible :

a) Sous une protection lourde meuble :

- En lit unique : sans limitation de surface, mais uniquement jusqu'à une pression de vent équivalente à la zone 4 site normal, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur  $\leq 20$  m (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).

• En deux lits superposés :

- Le premier lit en Gamme Fesco® non revêtu : par tranche unitaire de travaux ne dépassant pas  $500 \text{ m}^2$  entre costières ;
- Le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.

b) Terrasse-jardin en lit unique de panneau Fesco S : par tranche unitaire de travaux avec une surface limitée à  $500 \text{ m}^2$  entre costières.

c) Sous des dalles en béton sur plots :

- En lit unique de panneau Fesco S, ou en superposition de lits panneaux Fesco (Gamme Fesco® non revêtu) - Fesco S : pour des surfaces unitaires de travaux ne dépassant pas  $200 \text{ m}^2$ .
- Le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.

d) Autres protections lourdes :

- En lit unique de panneau Fesco S : sans limitation de surface entre costières.

• En deux lits superposés :

- En lit unique de panneau Fesco S, ou en superposition de lits panneaux Fesco (Gamme Fesco® non revêtu) - Fesco S : par tranche unitaire de travaux ne dépassant pas  $500 \text{ m}^2$  entre costières ;
- Le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.

e) Et à condition que la mise hors d'eau de l'isolant soit systématique et que le lestage soit coordonné avec la pose du revêtement.

La pose du pare-vapeur, de l'isolant, du revêtement d'étanchéité et du lestage sont coordonnées pour assurer la mise hors d'eau et le lestage dans une même opération.

#### 7.222 Protection par dalles sur plots

La pression admissible sur l'isolant est limitée à  $0,6 \text{ daN/cm}^2$  en cas de dalles sur plots sur le support maçonnerie.

Limitation d'emploi en pose libre du panneau Fesco S en lit unique, et des panneaux Fesco - Fesco S en lits doublés : voir ci-dessus (§ 7.221c).

#### 7.223 Véhicules lourds et chemins de nacelles

Dans le cas de véhicules lourds ou de chemins de roulement des équipements d'entretien de façades, une étude particulière doit être effectuée par un bureau d'études Béton Armé. Le calcul de la protection doit tenir compte de l'annexe D de la norme NF P 10-203 (DTU 20.12) et des données du panneau Fesco S :

- Rcs mini =  $0,13 \text{ MPa}$ ,
- ds mini =  $0,7 \%$  et ds maxi =  $1,4 \%$ .

## 8. Emploi en climat de montagne

L'usage des panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume est possible en climat de montagne.

On se reportera aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1), et au « Guide des toitures en climat de montagne » *cahier 2267-2 du CSTB de septembre 1988*.

## B. Résultats expérimentaux

Essais CSTB et Bureau Veritas (mécaniques et stabilité) et CSTC (vent) ont été effectués sous la précédente appellation Fesco Board S :

• Test de chargement en porte à faux :

- RE Bureau Veritas n° IEX 3B970128Z01 (juin 1997),
- RE Bureau Veritas n° IEX 3B970128Z03 (juin 1997).

• Chargement concentré à mi-portée :

- RE Bureau Veritas n° IEX 3B970128Z06 (juin 1997).

• Mesures de variations dimensionnelles en fonction de l'humidité

- RE Bureau Veritas n° IEX 3B970128Z11 (juin 1997).

• Essais de fluage, compression à 120 jours :

- RE CSTB n°40213 (janvier 1996).

• Essais de tenue au vent :

- CSTC DUB 3160/3 (juin 1997),
- CSTC DUB 3160/5 (juin 1997).

## C. Références

Ce procédé existe depuis 1986 et a fait l'objet de réalisations de plus d'un million de mètres carrés, dont environ 90 000 exécutés sur un premier lit de panneaux en laine minérale, et 12 000 sur un premier lit en panneaux de mousse phénolique (Résol).

## Tableaux et figures du Dossier Technique

**Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées**

Caractéristiques	Valeur spécifiée		Unité	Observations
	Fesco S	Fesco C-S		
Longueur	1200 ± 2	1200 ± 2	mm	NF EN 822
Largeur	600 ± 2	1000 ± 2	mm	NF EN 822
Épaisseur :				
- monolithique	20-40 : ± 0,8	30-35 : ± 0,8	mm	NF EN 823
- bicouche	45-80 : ± 1,6	40-80 : ± 1,6	mm	NF EN 823
- tricouche	85-120 : ± 2,4	85-120 : ± 2,4	mm	NF EN 823
Équerrage longueur / largeur	≤ 2	≤ 2	mm / m	NF EN 824
Masse volumique sèche	150 ± 15	150 ± 15	kg/m <sup>3</sup>	NF EN 1602
Masse de l'enduction	350 ± 50	350 ± 50	g/m <sup>2</sup>	Méthode interne
Contrainte de compression à 10 % de déformation	≥ 200	≥ 200	kPa	NF EN 826
Classe de compressibilité	D	D		UEAtc
Résistance de service Rcs	Rcs <sub>mini</sub> = 0,13		MPa	Norme NF P 10-203
Déformation de service ds	ds <sub>mini</sub> = 0,7 ds <sub>maxi</sub> = 1,4		% %	(DTU 20.12) annexe D
Résistance en flexion	≥ 350	≥ 350	kPa	prEN 12089 (portée 250 mm)
Traction perpendiculaire				
• état sec :				
- mono	≥ 0,6	≥ 0,6	daN / cm <sup>2</sup>	NF EN 1607
- collé	≥ 0,4	≥ 0,4	daN / cm <sup>2</sup>	NF EN 1607
• après immersion 2 h	Δ ≤ 20 %	Δ ≤ 20 %		UEAtc (écart avant / après)
Résistance au pelage	≥ 0,9	≥ 0,9	daN / 5cm	interne
Stabilité dimensionnelle : déformation résiduelle à 20 °C après stabilisation à 70 °C	< 1,2	< 1,2	mm / m	UEAtc
Thermique :				Certificat ACERMI n° 03/017/093
Conductivité thermique λ <sub>D</sub>	0,050	0,050	W/(m.K)	
Résistance thermique utile	Cf. <i>tableau 5</i>	Cf. <i>tableau 5</i>	(m <sup>2</sup> .K/W)	
Réaction au feu (Euroclasse) :				Certificat de conformité CE
- Face perlite	C s1 d0	C s1 d0		n° 1163-CPD-0073

**Tableau 2 – Caractéristiques indicatives**

Caractéristiques	Valeur		Unité	Observations
	Fesco S	Fesco C-S		
• Résistance au poinçonnement : charge ponctuelle pour une déformation de 2 mm	1400	1400	N	EN 12430
• Résistance au poinçonnement statique d'un bicouche SBS armé VV 50	10	10	kg	NF P 84-352
• Résistance au poinçonnement dynamique d'un bicouche SBS armé VV 50	18,5	18,5	J	NF P 84-353
• Tassement après 2500 cycles de compression – relaxation sous 40 kg appliqué sur empreinte 10 x 10 cm	0,6	0,6	mm	Charge au bord d'éprouvette 30 x 30 cm
• Fluage sous 100 kPa : - à 120 jours - extrapolé à 15 ans	0,65 2		% %	EN 1606
• Facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau, $\mu$	5	5		EN 12086
• Absorption d'eau en immersion totale 2 h	1,5	1,5	% (vol.)	UEAtc-EN 13169
• Incurvation sous gradient thermique	$\leq 3$	$\leq 3$	mm	80 °C / 20 °C
• Coefficient de dilatation thermique	0,5 à 1.10 <sup>-5</sup>	0,5 à 1.10 <sup>-5</sup>	m/mK	entre - 20 °C et + 20 °C
• Variations dimensionnelles entre : - 50 et 90 % HR - 50 et 5 % HR	+ 1 - 0,5	+ 1 - 0,5	mm/m mm/m	à stabilisation à stabilisation
PCS (pouvoir calorifique supérieur) hors parement		< 8 400	kJ/kg	Rapport d'essais du CSTB n° RA03-0329 du 29 juillet 2003

**Tableau 3 – Essai de flexion en porte-à-faux sur nervure - Épaisseur minimale admissible sous charge statique (méthode UEAtc)**

Porte-à-faux (mm)	Épaisseur minimum Fesco C-S		Porte-à-faux (mm)	Épaisseur minimum Fesco C-S	
	Charge statique 100 daN	Charge statique 120 daN		Charge statique 100 daN	Charge statique 120 daN
$\leq 70$	30	35	$\leq 170$	60	80
$\leq 90$	40	40	$\leq 190$	70	80
$\leq 110$	40	50	$\leq 210$	80	80
$\leq 130$	50	60	$\leq 300$		120
$\leq 150$	60	70			

Pour les porte-à-faux  $\leq 90$ mm, l'essai UEAtc est effectué avec une largeur d'appui de 70mm.

Les largeurs hautes de nervure dépassant 70 mm ne sont visées, ni par la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), ni par l'Avis Technique.

**Tableau 4 – Tassement absolu (en mm) des panneaux sous charge d'utilisation, panneaux Fesco S et Fesco CS**

Charge (daN/m <sup>2</sup> )	Épaisseurs (mm) des panneaux de la Gamme Fesco® surfacé bitume										
	20 (*)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
450	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
2 000	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5
4 000	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0
8 000	< 0,5	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	
10 000	< 0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0			
12 000	0,5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0				
16 000	0,7	1,0	1,4	1,7	2,0						

(\*) Uniquement pour le panneau Fesco S.

**Tableau 5 – Résistance thermique selon le Certificat ACERMI n° 03/017/093, panneaux Fesco S et Fesco C-S**

Épaisseur	Rth	Épaisseur	Rth	Épaisseur	Rth	Épaisseur	Rth	Épaisseur	Rth	Épaisseur	Rth
20 (*)	0,40	40	0,80	60	1,20	80	1,60	100	2,00	115	2,30
25 (*)	0,50	45	0,90	65	1,30	85	1,70	105	2,10	120	2,40
30	0,60	50	1,00	70	1,40	90	1,80	110	2,20	Épaisseur en mm	
35	0,70	55	1,10	75	1,50	95	1,90	Rth : résistance thermique en m <sup>2</sup> .K/W			

(\*) Uniquement pour le panneau Fesco S.

**Tableau 7 – Contrôles**

<b>a) Sur matières premières</b>	
- Émulsion de bitume (certificat par livraison)	densité, pH, température matière sèche, résidu sur tamis
- Minerai de perlite (par livraison)	densité, granulométrie, humidité, perte au feu
- Fibres (par livraison)	contrôle visuel, humidité si nécessaire
- Agent de neutralisation (certificat par livraison)	densité, pH
- Agent liant (certificat et 1 fois par an)	humidité, pH, granulométrie, taux de cendres, point de gel
<b>b) En cours de fabrication</b>	
- Liquides (1 fois / 4h)	débit horaire
- Sur circuit (1 fois/heure)	matières sèches, température, pH
- Perlite (1 fois / 8heures)	expansion, hydrofugation
- Machine de conformation (1 fois / heure)	épaisseur, densité, concentrations, minéral
<b>c) Produit fini</b>	
- Longueur, largeur, épaisseur, équerrage	1 fois / heure
- Densité, teneur en minéral, humidité	1 fois / heure
- Compression à 10%, flexion, traction perpendiculaire	1 fois / heure
- Absorption d'eau	1 fois / 4 heures
- Conductivité thermique	2 fois / 24 heures
- Résistance à la déformation de service en compression	1 fois / an / 2 épaisseurs

**Tableau 8 – Isolation en lit unique, mode de pose des panneaux isolants**

Élément porteur	Référence de la Gamme Fesco® surfacé bitume		Revêtement d'étanchéité en adhérence totale	
	Fesco C-S	Fesco S		
Maçonnerie et Béton cellulaire		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libre (1)</li> <li>• Collé à froid (2)</li> <li>• Collé à l'EAC (3)</li> </ul>	- Sous protection lourde	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Collé à l'EAC (3) (4)</li> <li>• Fixé mécaniquement (5) (8)</li> </ul>	- Système autoprotégé	
TAN	Fesco S	Locaux à faible et moyenne hygrométrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 fixation préalable par panneau</li> <li>• Fixé mécaniquement (6)</li> </ul>	- Sous protection lourde
		Locaux à forte hygrométrie (§ 6.241)	• Collé à l'EAC sur écran-vapeur rapporté (3)	- Sous protection lourde
		Locaux à très forte hygrométrie (§ 6.242)	• Collé à l'EAC uniquement sur platelage rapporté (3)	- Sous protection lourde ou système autoprotégé (4)
Bois et panneaux dérivés du bois	Fesco S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 fixation préalable par panneau (8)</li> <li>• Collé à l'EAC (3)</li> <li>• Collé à froid (2)</li> <li>• Libre (1)</li> </ul>	- Sous protection lourde	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fixé mécaniquement (6) (8)</li> <li>• Collé à l'EAC (3) (4)</li> </ul>	- Système autoprotégé	

Les cases noircies correspondent à des cellules de non usage

(1) Pose libre : conditions d'emploi limitées ; cf. § 7.221.

(2) Colle à froid décrite dans un Avis Technique de revêtement d'étanchéité.

(3) Collage à l'EAC : § 6.121.

(4) Système apparent : l'application est limitée à une pression de vent équivalente à la zone de vent 4 site exposé, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur ≤ 20 m (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).

(5) Fixations mécaniques du panneau Fesco S selon la densité requise ; cf. § 6.6 et tableaux 13.

(6) Fixations mécaniques du panneau Fesco C-S selon la densité requise ; cf. § 6.6 et tableaux 14.

(7) Épaisseur minimale du panneau Fesco C-S sur TAN : 30 mm (§ 2.251).

(8) Pour locaux à faible ou moyenne hygrométrie uniquement.

**Tableaux 9 – Isolation en plusieurs lits, fixation du panneau Fesco C-S sur TAN**

Nature du 1 <sup>er</sup> lit d'isolant	Revêtement d'étanchéité			
	Sous protection lourde		En adhérence totale	
	Lit inférieur	Lit supérieur (1)	Lit inférieur	Lit supérieur (1)
<b>Tableau 9.a – Locaux à faible et moyenne hygrométrie</b>				
Laine minérale (2)	1 fixation préalable / panneau	1 fixation préalable / panneau	1 fixation préalable / panneau	Fixations mécaniques (6)
			Fixations mécaniques (9)	Collage à l'EAC (8) (10) (11)
Fesco B ou Fesco C (7)	1 fixation préalable / panneau	1 fixation préalable / panneau	1 fixation préalable / panneau	Fixations mécaniques (6)
			Fixations mécaniques (13)	Collage à l'EAC (8) (11)
Mousse phénolique (3)	1 fixation préalable / panneau (4)	1 fixation préalable / panneau (5)	1 fixation préalable / panneau (4)	Fixations mécaniques (5) (6)
<b>Tableau 9.b – Locaux à forte hygrométrie (12)</b>				
Fesco B ou Fesco C (7)	Collage à l'EAC sur écran-vapeur rapporté (8)	Collage à l'EAC (8)		
Les cases noircies correspondent à des cellules de non usage				
<p>(1) Lit supérieur en panneau Fesco C-S ; épaisseur 30 mm au minimum au-dessus d'un premier lit en laine minérale (§ 2.252).</p> <p>(2) L'isolant en laine minérale du lit inférieur est mis en œuvre dans les conditions de son Avis Technique : PRIMA (société Flumroc) et TERMOTOIT (société Termo).</p> <p>(3) L'isolant en mousse phénolique (Résol) est mis en œuvre dans les conditions de son Avis Technique ; un écran de séparation doit être interposé entre les tôles pleines d'acier nervurées et les panneaux de mousse phénolique.</p> <p>(4) Les vis de l'attelage de fixation de l'isolant en mousse phénolique (Résol) doivent être de classe 2 de résistance à la corrosion (guide UEAtc) ou résistantes à 12 cycles Kesternich, avec plaquette aluzinc (§ 6.2321a).</p> <p>(5) Les vis de l'attelage de fixation de l'isolant du lit supérieur doivent être de classe 2 de résistance à la corrosion (guide UEAtc) ou résistantes à 12 cycles Kesternich, avec plaquette de répartition en acier galvanisé (§ 6.2321b).</p> <p>(6) Fixations mécaniques du panneau Fesco C-S selon la densité requise ; cf. § 6.6 et <i>tableaux 14</i>.</p> <p>(7) Panneaux Fesco B et Fesco C de la Gamme Fesco® non revêtu.</p> <p>(8) Collage en plein à l'EAC : § 6.121.</p> <p>(9) Fixation du premier lit en laine minérale selon la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) et son Avis Technique.</p> <p>(10) Collage à l'EAC sur un premier lit d'EAC refroidie, ce dernier étant préalablement réalisé sur la face supérieure du premier lit de panneaux.</p> <p>(11) L'application est limitée à une pression de vent équivalente à la zone de vent 4 site exposé, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur ≤ 20 m (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).</p> <p>(12) Selon les dispositions de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3).</p> <p>(13) Fixation mécanique du lit inférieur en panneau Fesco B et Fesco C (Gamme Fesco® non revêtu) effectué selon les prescriptions de son Avis Technique.</p>				

**Tableau 10 – Isolation en plusieurs lits, fixation du panneau Fesco S sur maçonnerie et béton cellulaire armé**

Nature du 1 <sup>er</sup> lit d'isolant	Revêtement d'étanchéité			
	Sous protection lourde		En adhérence totale et apparent	
	Lit inférieur	Lit supérieur (1)	Lit inférieur	Lit supérieur (1)
Fesco (11)	Collage EAC (5) ou colle à froid (8) ou 1 fixation préalable / panneau (9) ou pose libre (3)	Collage EAC (5) ou colle à froid (8) ou 1 fixation préalable / panneau (9) ou pose libre (3)	Collage à l'EAC (5)	Fixations mécaniques (4) (9)
			Collage à l'EAC (5)	Collage à l'EAC (5) (6)
			Fixations mécaniques (9) (12)	Collage à l'EAC (5) (6)
			1 fixation préalable / panneau (9)	Fixations mécaniques (4) (9)
Autres isolants (2)	Collage EAC (5) ou colle à froid (8) ou fixation mécanique préalable du panneau (9) ou pose libre (3)	Collage EAC (5) (7) ou colle à froid (8) ou fixation mécanique préalable du panneau (9) ou pose libre (3)	fixation mécanique préalable du panneau (9)	Fixations mécaniques (4) (9)
			Fixations mécaniques (9) (10)	Collage à l'EAC (5) (6) (7)
			Collage à l'EAC (5)	Fixations mécaniques (4) (9)
			Collage à l'EAC (5)	Collage à l'EAC (5) (6) (7)

(1) Lit supérieur en panneau Fesco S.

(2) L'isolant du lit inférieur est mis en œuvre dans les conditions de son Avis Technique.

(3) Limitation d'usage de la pose libre, cf. § 7.221.

(4) Fixations mécaniques du panneau Fesco S selon la densité requise ; cf. § 6.6 et *tableaux 13*.

(5) Collage à l'EAC : § 6.121.

(6) L'application est limitée à une pression de vent équivalente à la zone de vent 4 site exposé, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur ≤ 20 m (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).

(7) Collage à l'EAC sur un premier lit d'EAC refroidi, ce dernier étant préalablement réalisé sur la face supérieure du premier lit de panneaux.

(8) Colle à froid citée dans un Avis Technique de revêtement d'étanchéité ou dans l'Avis Technique de l'isolant du premier lit.

(9) Pour locaux à faible ou moyenne hygrométrie uniquement.

(10) Fixation mécanique du lit inférieur effectuée selon les prescriptions de la norme NF P 84-205 (DTU 43.2) (toutes pentes) et de son Avis Technique.

(11) Panneau de la Gamme Fesco® non revêtu.

(12) Fixation mécanique du lit inférieur en panneau Fesco (Gamme Fesco® non revêtu) effectué selon les prescriptions de son Avis Technique.

**Tableau 11 – Isolation en plusieurs lits, fixation du panneau Fesco C-S sur bois - panneaux dérivés du bois**

Nature du 1 <sup>er</sup> lit d'isolant	Revêtement d'étanchéité				
	Sous protection lourde		En adhérence totale et apparent		
	Lit inférieur	Lit supérieur (1)	Lit inférieur	Lit supérieur (1)	
Fesco B ou Fesco C (11)	Collage EAC (5) ou colle à froid (8) ou 1 fixation préalable / panneau (9) ou pose libre (3)	Collage EAC (5) ou colle à froid (8) ou 1 fixation préalable / panneau (9) ou pose libre (3)	Collage à l'EAC (5) Collage à l'EAC (5) Fixations mécaniques (9) (12) 1 fixation préalable / panneau (9)	Fixations mécaniques (4) (9) Collage à l'EAC (5) (6) Collage à l'EAC (5) (6) Fixations mécaniques (4) (9)	
	Autres isolants (2)	Collage EAC (5) ou colle à froid (8) ou fixation mécanique préalable du panneau (9) ou pose libre (3)	Collage EAC (5) (7) ou colle à froid (8) ou fixation mécanique préalable du panneau (9) ou pose libre (3)	fixation mécanique préalable du panneau (9) Fixations mécaniques (9) (10) Collage à l'EAC (5) Collage à l'EAC (5)	Fixations mécaniques (4) (9) Collage à l'EAC (5) (6) (7) Fixations mécaniques (4) (9) Collage à l'EAC (5) (6) (7)

(1) Lit supérieur en panneau Fesco C-S.  
(2) L'isolant du lit inférieur est mis en œuvre dans les conditions de son Avis Technique.  
(3) Limitation d'usage de la pose libre, cf. § 7.221.  
(4) Fixations mécaniques du panneau Fesco C-S selon la densité requise ; cf. § 6.6 et *tableaux 14*.  
(5) Collage à l'EAC : § 6.121.  
(6) L'application est limitée à une pression de vent équivalente à la zone de vent 4 site exposé, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur ≤ 20 m (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).  
(7) Collage à l'EAC sur un premier lit d'EAC refroidi, ce dernier étant préalablement réalisé sur la face supérieure du premier lit de panneaux.  
(8) Colle à froid citée dans un Avis Technique de revêtement d'étanchéité ou dans l'Avis Technique de l'isolant du premier lit.  
(9) Pour locaux à faible ou moyenne hygrométrie uniquement.  
(10) Fixation mécanique du lit inférieur effectuée selon les prescriptions de la norme NF P 84-207 (DTU 43.4) et de son Avis Technique.  
(11) Panneau de la Gamme Fesco® non revêtu.  
(12) Fixation mécanique du lit inférieur en panneau Fesco B ou Fesco C (Gamme Fesco® non revêtu) effectué selon les prescriptions de son Avis Technique.

**Tableau 12 – Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité, conditions d'association des isolants**

Élément porteur	Isolants (1)		Revêtement d'étanchéité en adhérence totale	
			Sous protection lourde	Système autoprotégé
	<b>Pose en lit unique :</b>			
TAN	Fesco C-S		OUI	OUI
Maçonnerie et béton cellulaire	Fesco S		OUI	OUI
Bois et panneaux dérivés	Fesco C-S		OUI	OUI
	<b>Pose en lits doublés :</b>			
	<b>Lit inférieur</b>	<b>Lit supérieur</b>		
TAN	Laine minérale	Fesco C-S	OUI	OUI
	Fesco B ou C	Fesco C-S	OUI	OUI
	Mousse phénolique	Fesco C-S	OUI (2)	OUI (2)
Maçonnerie et béton cellulaire	Fesco	Fesco S	OUI	OUI
	Autres isolants	Fesco S	OUI	OUI
Bois et panneaux dérivés	Fesco B ou C	Fesco C-S	OUI	OUI
	Autres isolants	Fesco C-S	OUI	OUI

(1) Fixation mécanique des isolants : uniquement pour les locaux à faible et moyenne hygrométrie.  
(2) Les vis de fixation de l'isolant en mousse phénolique (Résol) doivent être de classe 2 de résistance à la corrosion (guide UEAtc) ou résistantes à 12 cycles Kesternich, avec plaquette aluzinc (§ 6.2321a). Les vis de fixation de l'isolant du lit supérieur en panneau Fesco C-S doivent être de classe 2 de résistance à la corrosion (guide UEAtc) ou résistantes à 12 cycles Kesternich, avec plaquette de répartition en acier galvanisé (§ 6.2321b).

**Tableaux 13 – Densité de fixations ( $D_{sr}$ ) des panneaux Fesco S, de dimensions 1200 mm × 600 mm**

Système de référence :  $Wadm_{sr} = 608$  N / fixation et  $Pk_{sr} \geq 1200$  N pour l'attelage de fixation

<b>Tableau 13.a – Bâtiments fermés et ouverts – versants plans – travaux neufs et de réfection sur béton et béton cellulaire</b>									
Hauteur (m)	Zone : Site :	Zone 1 Normal	Zone 1 Exposé	Zone 2 Normal	Zone 2 Exposé	Zone 3 Normal	Zone 3 Exposé	Zone 4 Normal	Zone 4 Exposé
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	4	4	4
	angle	4	4	4	4	4	4	4	5
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	4	4	4
	angle	4	4	4	4	4	5	5	6
20	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	4	4	4
	angle	4	4	4	4	4	5	5	6

<b>Tableau 13.b – Bâtiments fermés et ouverts – versants courbes – travaux neufs et de réfection sur béton et béton cellulaire</b>									
Hauteur (m)	Zone : Site :	Zone 1 Normal	Zone 1 Exposé	Zone 2 Normal	Zone 2 Exposé	Zone 3 Normal	Zone 3 Exposé	Zone 4 Normal	Zone 4 Exposé
10	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	4	4	4
	angle	4	4	4	4	4	5	5	6
15	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	4	4	4
	angle	4	4	4	5	5	6	5	6
20	courante	4	4	4	4	4	4	4	4
	rive	4	4	4	4	4	4	4	5
	angle	4	4	4	5	5	6	6	7

**Tableaux 14 – Densité de fixations ( $D_{sr}$ ) par panneau Fesco C-S, de dimensions 1200 mm × 1000 mm**

**Système de référence :  $Wadm_{sr} = 608$  N/ fixation et  $Pk_{sr} \geq 1200$  N pour l'attelage de fixation**

**Tableau 14.a – Bâtiments fermés – versants plans – travaux neufs sur tôles d'acier nervurées, bois et dérivés du bois**

Hauteur (m)	Zone : Site :	Zone 1 Normal	Zone 1 Exposé	Zone 2 Normal	Zone 2 Exposé	Zone 3 Normal	Zone 3 Exposé	Zone 4 Normal	Zone 4 Exposé
10	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	5	5	6	6	7
	angle	5	6	5	7	7	8	8	9
15	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	5	5	6	6	7
	angle	5	7	6	8	7	9	9	10
20	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	6	6	7	7	8
	angle	5	7	6	8	8	10	9	11

**Tableau 14.b – Bâtiments ouverts – versants plans – travaux neufs et de réfections sur tôles d'acier nervurées, bois et dérivés du bois**

Hauteur (m)	Zone : Site :	Zone 1 Normal	Zone 1 Exposé	Zone 2 Normal	Zone 2 Exposé	Zone 3 Normal	Zone 3 Exposé	Zone 4 Normal	Zone 4 Exposé
10	courante	5	5	5	5	5	5	5	6
	rive	5	5	5	6	6	7	7	8
	angle	5	7	6	8	8	10	9	11
15	courante	5	5	5	5	5	6	6	7
	rive	5	6	5	6	6	8	7	9
	angle	6	8	7	9	9	11	10	12
20	courante	5	5	5	5	5	6	6	7
	rive	5	6	5	7	7	8	8	9
	angle	6	8	8	10	9	12	11	13

**Tableau 14.c – Bâtiments fermés – versants plans – travaux de réfections sur tôles d'acier nervurées, bois et dérivés du bois**

*sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble : se reporter au tableau 14.a*

Hauteur (m)	Zone : Site :	Zone 1 Normal	Zone 1 Exposé	Zone 2 Normal	Zone 2 Exposé	Zone 3 Normal	Zone 3 Exposé	Zone 4 Normal	Zone 4 Exposé
10	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	5	5	5	5	6
	angle	5	5	5	6	6	7	7	8
15	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	5	5	5	5	6
	angle	5	6	5	7	6	8	8	9
20	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	5	5	6	6	7
	angle	5	6	6	7	7	8	8	10

**Tableau 14.d – Bâtiments fermés – versants courbes – travaux neufs sur tôles d’acier nervurées, bois et dérivés du bois**

Hauteur (m)	Zone : Site :	Zone 1 Normal	Zone 1 Exposé	Zone 2 Normal	Zone 2 Exposé	Zone 3 Normal	Zone 3 Exposé	Zone 4 Normal	Zone 4 Exposé
10	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	6	5	7	6	7
	angle	5	7	6	8	7	9	9	10
15	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	6	6	7	7	8
	angle	6	7	7	8	8	10	10	11
20	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	6	5	6	6	8	7	9
	angle	6	8	7	9	9	11	10	12

**Tableau 14.e – Bâtiments ouverts – versants courbes – travaux neufs et de réfections sur tôles d’acier nervurées, bois et dérivés du bois**

Hauteur (m)	Zone : Site :	Zone 1 Normal	Zone 1 Exposé	Zone 2 Normal	Zone 2 Exposé	Zone 3 Normal	Zone 3 Exposé	Zone 4 Normal	Zone 4 Exposé
10	courante	5	5	5	5	5	6	5	6
	rive	5	5	5	6	6	7	7	8
	angle	6	7	7	8	8	10	10	12
15	courante	5	5	5	5	5	6	6	7
	rive	5	6	5	6	6	8	7	9
	angle	6	8	7	9	9	11	11	13
20	courante	5	5	5	6	5	7	6	7
	rive	5	6	5	7	7	8	8	9
	angle	7	9	8	10	10	12	11	14

**Tableau 14.f – Bâtiments fermés – versants courbes – travaux de réfections sur tôles d’acier nervurées, bois et dérivés du bois**

*sauf dans le cas d’un ancien revêtement sous protection meuble : se reporter au tableau 14.d*

Hauteur (m)	Zone : Site :	Zone 1 Normal	Zone 1 Exposé	Zone 2 Normal	Zone 2 Exposé	Zone 3 Normal	Zone 3 Exposé	Zone 4 Normal	Zone 4 Exposé
10	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	5	5	6	5	6
	angle	5	6	5	7	7	8	8	9
15	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	5	5	6	6	7
	angle	5	7	6	8	7	9	9	10
20	courante	5	5	5	5	5	5	5	5
	rive	5	5	5	6	5	7	6	7
	angle	5	7	6	8	8	10	9	11

**Tableau 15 – Pentés en fonction de l'élément porteur**

Toitures	Supports (1) (2)				
	Maçonnerie	Béton cellulaire armé	TAN	Bois et panneaux dérivés du bois	
<b>Inaccessibles</b>	penne mini $\geq 0\%$	penne mini $\geq 1\%$	penne mini de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3)	penne mini de la norme NF P 84-207 (DTU 43.4)	
<b>Chemins de circulation</b>	penne maximum $\leq 50\%$				
<b>Terrasses ou zones techniques</b>	penne maxi $\leq 5\%$	penne maxi $\leq 7\%$	penne maxi $\leq 5\%$	penne maxi $\leq 7\%$	
<b>Accessibles protégées par :</b>					
- Dalles sur plots					$0\% \leq \text{penne} \leq 5\%$
- Autres que dalles sur plots					$1\% \leq \text{penne} \leq 5\%$
<b>Jardin</b>					$0\% \leq \text{penne} \leq 5\%$
<b>Travaux de réfections</b>	penne conforme à celles prévues par la norme NF P 84-208 (DTU 43.5)				
Les cases noircies correspondent à des cellules de non usage					
(1) Supports conformes aux normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (DTU 43.1 à DTU 43.5) et aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » ( <i>cahier 2192 du CSTB d'octobre 1987</i> ).					
(2) Climat de montagne : se reporter à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1), au « Guide des toitures en climat de montagne » <i>cahier du CSTB 2267-2 de septembre 1988</i> , et aux Avis Techniques.					