

Document d'Application

référence Avis Technique **5/03-1700**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/97-1304 et son additif 5/98-1363

*Panneaux isolants non porteurs en perlite expansée
(EPB) 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® **non revêtu**

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 18 septembre 2003

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

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® non revêtu 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 5/97-1304 avec additif 5/98-1363, 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 bitumineux, 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.
- 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 du revêtement d'étanchéité et des panneaux isolants pouvant apporter des restrictions d'emploi.

Les panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu :

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

Les revêtements d'étanchéité sont posés selon l'une des possibilités suivantes :

- en indépendance sous protection lourde rapportée,
- en adhérence totale,
- avec des fixations mécaniques.

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® revêtu possèdent :

- une face brun foncé imprégnée de bitume oxydé, pour les panneaux Fesco et Fesco C,
- une face beige clair pour le panneau Fesco B,
- un suffixe « -DO » pour la version feuillurée (dite « offset »).

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.

Les panneaux Fesco et Fesco C sont de classe C s1 d0 selon le Certificat ACERMI n° 03/017/091, et le panneau Fesco B est de classe B s1 d0 selon le Certificat ACERMI n° 03/017/115.

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

Elle peut être normalement assurée.

Isolation thermique

Le paragraphe 2.24 du Dossier Technique donne les résistances thermiques des panneaux isolants Fesco - Fesco B - Fesco C d'épaisseur 20-30 mm à 120 mm certifiées par l'ACERMI pour l'année 2003. Il appartiendra cependant à l'utilisateur de vérifier que les deux Certificats ACERMI sont toujours valides ; 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® non revêtu 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 indépendants ou adhérents, et asphaltes, sur support Gamme Fesco® non revêtu est appréciée comme satisfaisante.
- Gamme Fesco® non revêtu est apte à recevoir les revêtements non traditionnels lorsque l'Avis Technique particulier au revêtement accepte l'emploi en indépendance ou en adhérence totale sur perlite expansée (fibrée).
- Gamme Fesco® non revêtu est apte à recevoir les revêtements non traditionnels fixés mécaniquement lorsque l'Avis Technique particulier au revêtement en accepte l'emploi 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® non revêtu :

2.321 Pose libre des panneaux isolants

La pose libre des panneaux Fesco - Fesco B et Fesco C 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 un revêtement asphalte, sans limitation de surface.
 - b) 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 ≤ 20 m (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).
 - En deux lits superposés :
 - les deux lits sont constitués de panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu : par tranche unitaire de travaux ne dépassant pas 500 m^2 entre costières ;
 - le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.

c) Terrasse-jardin en lit unique de panneau Fesco : par tranche unitaire de travaux avec une surface limitée à 500 m^2 entre costières.

d) Sous des dalles en béton sur plots :

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

e) Autres protections lourdes :

- En lit unique de panneau Fesco : sans limitation de surface entre costières.
- En deux lits superposés :
 - les deux lits sont constitués de panneaux Fesco : par tranche unitaire de travaux ne dépassant pas 500 m^2 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

Le système est limité à la dépression de vent (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2 de décembre 1999) :

- Revêtements collés à chaud : pression équivalente à celle de la zone 4 site exposé, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur ≤ 20 m.
- Revêtements collés à froid : pression mentionnée dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité, limitation au plus à celle de la zone 4 site normal - bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire - et pour une hauteur ≤ 20 m.

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

- a) 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.
- b) Il est rappelé que le surfacage à l'EAC d'un panneau isolant avant soudage confère un classement FIT « T2 » au plus au système. À cet égard, le revêtement d'étanchéité sous dalles sur plots devra être posé en indépendance.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
E. SALIMBENI

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Destination

Gamme Fesco® non revêtu est le nom générique d'une gamme d'isolants thermiques rigides, support direct de revêtement d'étanchéité de toitures.

Cette gamme comprend trois panneaux de base :

- Fesco,
 - Fesco B,
 - et Fesco C,
- qui se distinguent selon leurs dimensions, leur réaction au feu et l'élément porteur visé.

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

- Formation :
 - en un lit unique,
 - en deux lits superposés, avec utilisation éventuelle d'un autre isolant en lit inférieur, dans le domaine d'emploi accepté dans l'Avis Technique du lit inférieur,
 - en lit inférieur de deux lits superposés, avec utilisation en lit supérieur des isolants en perlite expansée (fibrée) :
 - panneaux Fesco S et Fesco C-S (cf. Avis Technique Gamme Fesco® surfacé bitume),
ou
 - panneaux FescoDrain et FescoDrain S (cf. Avis Technique Gamme FescoDrain®).
- 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 :
 - indépendant ou adhérent sous protection lourde rapportée,
 - par adhérence totale et autoprotégé,
 - fixé mécaniquement et apparent.

2. Description du produit

2.1 Désignations commerciales des panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu

- Fesco (code de produit fini : EPB 302 V) est la désignation des panneaux prévus pour l'utilisation sur toitures avec éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire armé.
- Fesco B (code de produit fini : EPB 402 V) et Fesco C (code de produit fini : EPB 302 V) 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® non revêtu sont conformes à la norme EN 13169.

Les panneaux Fesco et Fesco C 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 brun foncé imprégnée de bitume.

Le panneau Fesco B se distingue des précédents par un ajout d'additif dans la masse, une face beige clair imprégnée d'une barbotine à base minérale et un classement en réaction au feu amélioré.

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® non revêtu 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 des Certificats ACERMI en cours de validité en 2003, à partir des épaisseurs 20 mm (Fesco) et 30 mm (Fesco B - Fesco C).

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 panneaux sur TAN

2.3.5.1 Lit unique

Pour des largeurs hautes de nervures ≤ 70 mm, l'épaisseur minimale des panneaux Fesco B ou Fesco C 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-charges » 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 B ou Fesco C | Charge d'exploitation |
|------------------------------|-------------------------------|
| 30 mm | ≥ 175 daN/m ² |
| 35 mm | ≥ 150 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 des panneaux supérieurs Fesco B ou Fesco C 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, et asphaltes, 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 collage,
 - ou en indépendance sous protection lourde rapportée,
 - ou par fixations mécaniques, sur panneaux de perlite expansée (fibrée).

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, ou en panneaux Fesco B et Fesco C,
 - 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 de juin 2000 du CSTB*.
- 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 d'indépendance 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 Autres panneaux isolants utilisables en lit inférieur

Voir *tableaux 9 - 10 - 11*

Autres 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 et Fesco C.

b) Sur maçonnerie, béton cellulaire armé :

- Panneau Fesco ;
- 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 ⁽¹⁾.

c) Sur bois et panneaux dérivés du bois :

- Panneaux Fesco B et Fesco C,
- 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 ⁽¹⁾.

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® non revêtu 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 V pour les panneaux Fesco et Fesco C, et EPB 402 V pour le panneau Fesco B,
- 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 V pour les panneaux Fesco et Fesco C, et EPB 402 V pour le panneau Fesco B,
- et le code de fabrication.

5. Stockage et protection sur chantier

Le stockage des panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu 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® non revêtu et les protéger des intempéries.

6. Mise en œuvre des panneaux Fesco - Fesco B - Fesco C

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 (§ 6.124, 7.221).

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

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) Gamme Fesco® non revêtu (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® non revêtu 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 - Fesco B et Fesco C, à raison de 1,2 kg/m² 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 - Fesco B et Fesco C 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 - Fesco B et Fesco C peuvent être fixés mécaniquement quelque soit l'élément porteur :

- En lit unique ou en lits superposés ;
- En versants plans ou en versants courbes ;

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

- Soit à l'aide fixations mécaniques déterminées selon le § 6.6 et les *tableaux 13 - 14* ;
- Soit à l'aide d'une fixation préalable par panneau :
 - lorsque le revêtement d'étanchéité est fixé mécaniquement, ou posé sous protection lourde rapportée,
 - ou lorsque le second lit est fixé mécaniquement selon le § 6.6 et les *tableaux 13 - 14*.

6.124 En pose libre

Pose libre des panneaux Fesco - Fesco B et Fesco C 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 B - Fesco C sur tôles d'acier nervurées

Tableaux 8 - 9

6.21 Généralités

On utilise exclusivement les panneaux Fesco B ou Fesco C, soit en lit unique, soit en lit supérieur, voire inférieur, en cas 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 les panneaux Fesco B ou Fesco C d'épaisseur 30 ou 35 mm en lit simple (cf. § 2.351 et *tableau 6*).

6.23 Mise en œuvre des panneaux isolants sur locaux à faible et moyenne hygrométrie

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

6.231 Pose en lit unique des panneaux Fesco B - Fesco C

Tableau 8

a) Sous un revêtement autoprotégé en adhérence totale :

Les panneaux ont des fixations mécaniques selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14*.

b) Sous une protection lourde rapportée :

La pose des panneaux Fesco B et Fesco C s'effectue avec une fixation mécanique centrale par panneau.

c) Sous un revêtement fixé mécaniquement :

La pose des panneaux Fesco B et Fesco C s'effectue avec une fixation mécanique centrale par panneau.

La résistance au vent du système est assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

6.232 Pose en lits doublés

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 panneau supérieur en panneau Fesco B ou Fesco C est fixé :

- Sous un revêtement autoprotégé en adhérence totale : par des fixations mécaniques avec vis de classe 2 (guide UEAtc) et plaquettes de répartition en acier galvanisé, et selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14* ;

- Sous un revêtement fixé mécaniquement : avec une fixation mécanique centrale par panneau, et en utilisant des vis de classe 2 (guide UEAtc) et des plaquettes de répartition en acier galvanisé.

La résistance au vent du système est assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

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 en lit inférieur et de panneau Fesco B ou Fesco C en lit supérieur autorise l'application sur zones techniques (hors chemins de nacelles).

c) Le panneau supérieur en panneau Fesco B ou Fesco C est fixé :

- Sous un revêtement autoprotégé en adhérence totale : collage à l'EAC, ou fixations mécaniques selon les dispositions décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14*.

- Sous un revêtement fixé mécaniquement : avec une fixation mécanique centrale par panneau, la résistance au vent du système étant assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

- Sous un revêtement sous 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 pour le lit inférieur,
- de panneau Fesco B ou Fesco C pour le lit supérieur, et fixés de la façon suivante :

a) Sous un revêtement autoprotégé en adhérence totale :

- 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 décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14*.

- Lit supérieur en panneau Fesco B ou Fesco C :

- 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 un revêtement fixé mécaniquement :

Chaque panneau est maintenu à l'aide d'une fixation centrale.

La résistance au vent du système est assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

c) Sous une protection lourde rapportée :

Les panneaux Fesco B ou Fesco C de chaque lit sont maintenus à l'aide d'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 B ou Fesco C,
- ou en deux lits, avec lit inférieur en panneau Fesco B ou Fesco C,

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 panneau Fesco B ou Fesco C 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 du panneau Fesco 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

Tableau 8

a) Sous revêtement autoprotégé en adhérence totale, le panneau Fesco 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 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.

c) Sous revêtement fixé mécaniquement :

Chaque panneau est maintenu à l'aide d'une fixation centrale.

La résistance au vent du système est assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

6.32 Pose en deux lits superposés

Tableau 10

6.321 Deux lits de panneaux Fesco

La pose des panneaux Fesco s'effectue de la façon suivante :

a) Sous revêtement autoprotégé en adhérence totale :

- 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 décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 13*.
- Lit supérieur en panneau Fesco :
 - soit collé à l'EAC directement sur la face supérieure du panneau Fesco du 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 :
 - 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).

c) Sous revêtement fixé mécaniquement :

Les panneaux de chaque lit sont maintenus à l'aide d'une fixation centrale.

La résistance au vent du système est assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

6.322 Panneau Fesco en lit supérieur, et un autre isolant en premier lit

a) Sous revêtement autoprotégé en adhérence totale :

Elle peut s'effectuer, soit par fixations mécaniques, soit par collage à l'EAC, le panneau Fesco étant en lit supérieur, 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 :
 - 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 de l'isolant du premier lit, 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 :

- 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).

c) Sous revêtement fixé mécaniquement :

Les panneaux de chaque lit sont maintenus par :

- lit inférieur : une ou deux fixations mécaniques préalables par panneau (cf. Avis Technique),
- lit supérieur en panneau Fesco : une fixation mécanique centrale par panneau.

La résistance au vent du système est assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

6.4 Mise en œuvre 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).

6.4.1 Pose en un lit unique

Tableau 8

Les panneaux Fesco B et Fesco C peuvent être :

a) Sous revêtement autoprotégé en adhérence totale :

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

b) Sous protection lourde :

- Soit collés à l'EAC,
- Soit avec une fixation mécanique centrale par panneau,
- Soit collés à l'aide d'une colle à froid définie dans l'Avis Technique du revêtement d'étanchéité,
- Soit libres, 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.

c) Sous revêtement fixé mécaniquement :

Chaque panneau est maintenu à l'aide d'une fixation centrale.

La résistance au vent du système est assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

6.4.2 Pose en deux lits superposés

Tableau 11

6.4.2.1 Deux lits en panneaux Fesco B ou Fesco C

a) Sous revêtement autoprotégé en adhérence totale :

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 décrites au § 6.6 et selon la densité indiquée aux *tableaux 14*.
- Lit supérieur en panneau Fesco B ou Fesco C :
 - 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 B ou Fesco C :
 - soit collé à l'EAC directement sur le premier lit de 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).

c) Sous revêtement fixé mécaniquement :

Les panneaux Fesco B ou Fesco C de chaque lit sont maintenus à l'aide d'une fixation mécanique centrale.

La résistance au vent du système est assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

6.4.2.2 Panneaux Fesco B ou Fesco C en lit supérieur, et un autre isolant en premier lit

a) Sous revêtement autoprotégé en adhérence totale :

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 B ou Fesco C 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 panneaux Fesco B ou Fesco C :
 - soit collé à l'EAC sur un premier lit d'EAC refroidi réalisé sur la face supérieure des panneaux du premier lit (isolant avec 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,
 - 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 panneaux Fesco B ou Fesco C :
 - 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).

c) Sous revêtement fixé mécaniquement :

Les panneaux de chaque lit sont maintenus par :

- lit inférieur : une ou deux fixations mécaniques préalables par panneau (cf. Avis Technique),
- lit supérieur en panneaux Fesco B ou Fesco C : une fixation mécanique centrale par panneau.

La résistance au vent du système est assurée par le revêtement d'étanchéité fixé selon son Avis Technique.

6.5 Mise en œuvre sur dalle de béton cellulaire

Les panneaux Fesco en lit simple, ou en deux lits superposés avec lit supérieur en panneau Fesco, 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 Cas des panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu fixés mécaniquement

6.61 Cas courant

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

- Pour un système de référence (sr) :
 - Effort admissible par fixation : $W_{adm_{sr}} = 608 \text{ N / fixation}$,
 - Attelage de fixation « vis et plaquette » :
 - de résistance caractéristique à l'arrachement au moins égale à 1200 N ($P_{k_{sr}}$) 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 $P_{k_{fi}}$ ou du Q_{fi} (béton courant),
 - travaux de réfections :
 - du $P_{k_{réel}}$ 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 $P_{k_{fi}}$ dans le cas du support TAN.

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

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

7.1 Revêtement d'étanchéité

7.11 Revêtement en adhérence totale par collage

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.

Limitation d'usage des revêtements collés :

- À chaud : 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 $\leq 20 \text{ m}$ (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).
- À froid : en tout état de cause, l'application est limitée à la pression de vent précisée dans l'Avis Technique du revêtement, et sera au plus limité à une pression de vent équivalente à la zone de vent 4 site normal, bâtiment ouvert ou fermé sur support béton et béton cellulaire, et pour une hauteur $\leq 20 \text{ m}$ (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).

7.12 Revêtement indépendant sous protection lourde rapportée

Le revêtement d'étanchéité défini au § 3.4 est posé selon les normes NF P 84-204 - NF P 84-206 à NF P 84-208 (DTU 43.1, DTU 43.3 à DTU 43.5) en fonction du support, ou selon Avis Technique.

L'interposition d'un écran d'indépendance entre les panneaux et la première couche du revêtement d'étanchéité n'est pas nécessaire.

Cas particulier de la terrasse avec dalles sur plots :

Le revêtement d'étanchéité est toujours posés en indépendance, avec les limites d'utilisation indiquée ci-après (§ 7.2).

7.13 Revêtement fixé mécaniquement

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

Le revêtement d'étanchéité défini au § 3.4 est posé :

- Supports maçonnerie, béton cellulaire, bois - panneaux dérivés du bois : selon les normes NF P 84-205 (DTU 43.2) (également applicable aux pentes $< 5 \%$) - NF P 84-207 (DTU 43.4) et aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (*cahier 2192 d'octobre 1987 du CSTB*) en fonction du support, ou selon Avis Technique.
- Support TAN : selon la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), ou selon Avis Technique.

Cas du premier lit avec mousse Résol :

L'attelage de fixation doit être au minimum :

- de classe 2 (guide UEAtc) pour les vis,
- plaquettes de répartition en acier galvanisé.

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 à NF P 84-208 (DTU 43.3 à DTU 43.5), ou selon Avis Technique.

7.22 Cas particuliers

7.221 Pose libre panneaux Fesco - Fesco B et Fesco C

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

- a) Sous un revêtement asphalte, sans limitation de surface, avec une autre protection rapportée autre qu'asphalte ou suivant l'Avis Technique du revêtement.
- b) 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 $\leq 20 \text{ m}$ (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).
 - En deux lits superposés :
 - Les deux lits sont constitués de panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu : par tranche unitaire de travaux ne dépassant pas 500 m² entre costières ;
 - Le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.
- c) Terrasse-jardin en lit unique de panneau Fesco : par tranche unitaire de travaux avec une surface limitée à 500 m² entre costières.
- d) Sous des dalles en béton sur plots :
 - En lit unique ou en deux lits superposés de panneaux Fesco : pour des surfaces unitaires de travaux ne dépassant pas 200 m².
 - Le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.
- e) Autres protections lourdes :
 - En lit unique de panneau Fesco : sans limitation de surface entre costières.
 - En deux lits superposés :
 - Les deux lits sont constitués de panneaux Fesco : par tranche unitaire de travaux ne dépassant pas 500 m² entre costières ;
 - Le premier lit est un autre isolant : l'Avis Technique de cet isolant indique la surface maximum autorisée.

f) 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, celle de l'isolant, celle du revêtement d'étanchéité et celle 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 daN/cm² en cas de dalles sur plots sur le support maçonnerie.

Limitation d'emploi en pose libre des panneaux Fesco en lit simple ou lits doublés : voir ci-dessus (§ 7.221d).

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 Fesco :

- Rcs mini = 0,13 MPa,
- ds mini = 0,7 % et ds maxi = 1,4 %.

8. Emploi en climat de montagne

L'usage des panneaux de la gamme Fesco® non revêtus 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

Des essais CSTB et Bureau Veritas (mécaniques, stabilité), et CSTC (vent) ont été effectués sous la précédente appellation FESCO BOARD V.

Rapport d'essais du CSTB n° TO03-014 du 26 juin 2003 relatif au panneau Fesco B.

C. Références

Les panneaux Fesco et Fesco C ont fait l'objet de réalisations d'une surface totale de plusieurs dizaines de millions de mètres carrés en France, les panneaux Fesco B l'objet de réalisation d'une surface de plus de 3 000 mètres carrés.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées

| Caractéristiques | Valeur spécifiée | | | Unité | Observations |
|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------------|--|
| | Fesco | Fesco B | Fesco C | | |
| Longueur | 1200 ± 2 | 1200 ± 2 | 1200 ± 2 | mm | NF EN 822 |
| Largeur | 600 ± 2 | 1000 ± 2 | 1000 ± 2 | mm | NF EN 822 |
| Épaisseur : | | | | | |
| - monolithique | 20-40 : ± 0,8 | 30-35 : ± 0,8 | 30-35 : ± 0,8 | mm | NF EN 823 |
| - bicouche | 45-80 : ± 1,6 | 40-80 : ± 1,6 | 40-80 : ± 1,6 | mm | NF EN 823 |
| - tricouche | 85-120 : ± 2,4 | 85-120 : ± 2,4 | 85-120 : ± 2,4 | mm | NF EN 823 |
| Équerrage longueur / largeur | ≤ 2 | ≤ 2 | ≤ 2 | mm / m | NF EN 824 |
| Masse volumique sèche | 150 ± 15 | 150 ± 15 | 150 ± 15 | kg/m ³ | NF EN 1602 |
| Contrainte de compression à 10 % de déformation | ≥ 200 | ≥ 200 | ≥ 200 | kPa | NF EN 826 |
| Classe de compressibilité | D | D | D | | UEAtc |
| Résistance de service Rcs | Rcs _{mini} = 0,13 | | | MPa | Norme NF P 10-203 (DTU 20.12) annexe D |
| Déformation de service ds | ds _{mini} = 0,7 | | | % | |
| | ds _{maxi} = 1,4 | | | % | |
| Résistance en flexion | ≥ 350 | ≥ 350 | ≥ 350 | kPa | prEN 12089 (portée 250 mm) |
| Traction perpendiculaire | | | | | |
| • état sec : | | | | | |
| - mono | ≥ 0,6 | ≥ 0,6 | ≥ 0,6 | daN / cm ² | NF EN 1607 |
| - collé | ≥ 0,4 | ≥ 0,4 | ≥ 0,4 | daN / cm ² | NF EN 1607 |
| • après immersion 2 h | Δ ≤ 20 % | Δ ≤ 20 % | Δ ≤ 20 % | | UEAtc (écart avant / après) |
| Stabilité dimensionnelle : déformation résiduelle à 20 °C après stabilisation à 70 °C | < 1,2 | < 1,2 | < 1,2 | mm / m | UEAtc |
| Thermique : | | | | | Certificats ACERMI |
| Conductivité thermique λ _D | 0,050 | 0,050 | 0,050 | W/(m.K) | (1) (2) |
| Résistance thermique utile | cf. tableau 5 | cf. tableau 5 | cf. tableau 5 | (m ² .K/W) | |
| Réaction au feu (Euroclasse) | C s1 d0 (1) | B s d0 (2) | C s1 d0 (1) | | Certificats ACERMI |
| PCS (pouvoir calorifique supérieur) | | < 8 400 | < 8 400 | kJ/kg | Rapport d'essais (3) |

(1) Certificat ACERMI n° 03/017/091. (2) Certificat ACERMI n° 03/017/115. (3) Rapport d'essais du CSTB n° RA03-0329 du 29 juillet 2003.

Tableau 2 – Caractéristiques indicatives

| Caractéristiques | Valeur | | | Unité | Observations |
|---|--|--|--|--------------|--|
| | Fesco | Fesco B | Fesco C | | |
| • Résistance au poinçonnement : charge ponctuelle pour une déformation de 2 mm | 1400 | 1400 | 1400 | N | EN 12430 |
| • Résistance au poinçonnement statique d'un bicouche SBS armé VV 50 | 10 | 10 | 10 | kg | NF P 84-352 |
| • Résistance au poinçonnement dynamique d'un bicouche SBS armé VV 50 | 18,5 | 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 | 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, μ • Absorption d'eau en immersion totale 2 h | 5 1,5 | 5 1,5 | 5 1,5 | % (vol.) | EN 12086 UEAtc-EN 13169 |
| • Incurvation sous gradient thermique • Coefficient de dilatation thermique | ≤ 3 $0,5 \text{ à } 1.10^{-5}$ | ≤ 3 $0,5 \text{ à } 1.10^{-5}$ | ≤ 3 $0,5 \text{ à } 1.10^{-5}$ | mm m/mK | 80 °C / 20 °C entre - 20 °C et + 20 °C |
| • Variations dimensionnelles entre : - 50 et 90 % HR - 50 et 5 % HR | + 1 - 0,5 | + 1 - 0,5 | + 1 - 0,5 | mm/m mm/m | à stabilisation à stabilisation |

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

Pour les porte-à-faux ≤ 90 mm, l'essai du guide 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 - Fesco B et Fesco C

| Charge (daN/m ²) | Épaisseurs (mm) des panneaux de la Gamme Fesco® non revêtu | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 20 ⁽¹⁾ | 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 | | | | | | |

⁽¹⁾ Uniquement pour le panneau Fesco.

Tableau 5 – Résistance thermique selon les Certificats ACERMI n° 03/017/091 panneaux Fesco - Fesco C, n° 03/017/115 panneau Fesco B

| Épaisseur | Rth | Épaisseur | Rth | Épaisseur | Rth | Épaisseur | Rth | Épaisseur | Rth | Épaisseur | Rth |
|-------------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|---|------|-----------------|------|
| 20 ⁽¹⁾ | 0,40 | 40 | 0,80 | 60 | 1,20 | 80 | 1,60 | 100 | 2,00 | 115 | 2,30 |
| 25 ⁽¹⁾ | 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 ² .K/W | | | |

⁽¹⁾ Uniquement pour le panneau Fesco.

Tableau 7 – Contrôles

| | |
|---|--|
| a) Sur matières premières | |
| - 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) En cours de fabrication | |
| - 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 |
| c) Produit fini | |
| - 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 des isolants Gamme Fesco® non revêtu | | Mode de pose du revêtement d'étanchéité | |
|----------------------------------|--|---|---|---------------------------------------|
| | Fesco B ou Fesco C | Fesco | | |
| Maçonnerie et Béton cellulaire | | <ul style="list-style-type: none"> • Libre (1) • Collé à froid (2) • Collé à l'EAC (3) | - Indépendant ou adhérent sous protection lourde | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Collé à l'EAC (3) (4) • Fixé mécaniquement (5) (8) | - Adhérence totale et autoprotégé (9) | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 1 fixation préalable par panneau (8) | - Fixé mécaniquement et apparent (8) | |
| | Fesco | Fesco B ou Fesco C (7) | | |
| TAN | | Locaux à faible et moyenne hygrométrie | <ul style="list-style-type: none"> • 1 fixation préalable par panneau | - Indépendant sous protection lourde |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • Fixé mécaniquement (6) | - Adhérence totale et autoprotégé (9) |
| | | Locaux à forte hygrométrie (§ 6.241) | <ul style="list-style-type: none"> • 1 fixation préalable par panneau | - Fixé mécaniquement et apparent |
| | | Locaux à très forte hygrométrie (§ 6.242) | <ul style="list-style-type: none"> • Collé à l'EAC sur écran-vapeur rapporté (3) | - Sous protection lourde |
| | Fesco | Fesco B ou Fesco C | | |
| Bois et panneaux dérivés du bois | | <ul style="list-style-type: none"> • 1 fixation préalable par panneau (8) • Collé à l'EAC (3) • Collé à froid (2) • Libre (1) | - Indépendant ou adhérent sous protection lourde | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Fixé mécaniquement (6) (8) • Collé à l'EAC (3) (4) | - Adhérence totale et autoprotégé (9) | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 1 fixation préalable par panneau (8) | - Fixé mécaniquement et apparent (8) | |

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) 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 selon la densité requise ; cf. § 6.6 et tableaux 13.

(6) Fixations mécaniques des panneaux Fesco B et Fesco C selon la densité requise ; cf. § 6.6 et tableaux 14.

(7) Épaisseur minimale des panneaux Fesco B et Fesco C sur TAN : 30 mm (§ 2.251).

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

(9) Application limitée lorsque le revêtement apparent est collé (cf. § 7.11).

Tableaux 9 – Isolation en plusieurs lits, fixation des panneaux Fesco B et Fesco C sur TAN

| Nature du 1 ^{er} lit d'isolant | Revêtement d'étanchéité | | | | | |
|--|---|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---|
| | Sous protection lourde | | Fixé mécaniquement et apparent | | Adhérence totale et autoprotégé (12) | |
| | Lit inférieur | Lit supérieur (1) | Lit inférieur | Lit supérieur (1) | Lit inférieur | Lit supérieur (1) |
| Tableau 9.a – Locaux à faible et moyenne hygrométrie | | | | | | |
| Laine minérale (2) | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | Fixations mécaniques (7) |
| | | | | | | Fixations mécaniques (9) Collage à l'EAC (8) (10) (11) |
| Fesco B ou Fesco C | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | Fixations mécaniques (7) |
| | | | | | | Fixations mécaniques (7) Collage à l'EAC (8) (11) |
| Mousse (3) phénolique | 1 fixation / panneau (4) | 1 fixation / panneau (5) | 1 fixation / panneau (4) | 1 fixation / panneau (5) (6) | 1 fixation / panneau (4) | Fixations mécaniques (5) (7) |
| Tableau 9.b – Locaux à forte hygrométrie (13) | | | | | | |
| Fesco B ou Fesco C | Collage à l'EAC sur écran-vapeur rapporté (8) | Collage à l'EAC (8) | | | | |
| <i>Les cases noircies correspondent à des cellules de non usage</i> | | | | | | |
| <p>(1) Lit supérieur en panneaux Fesco B ou Fesco C ; épaisseur 30 mm au minimum pour les panneaux Fesco B et Fesco C 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) Les vis de l'attelage de fixation du revêtement d'étanchéité 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 (§ 7.13).</p> <p>(7) Fixations mécaniques des Fesco B et Fesco C selon la densité requise ; cf. § 6.6 et tableaux 14.</p> <p>(8) Collage 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 refroidi, 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) Application limitée lorsque le revêtement apparent est collé (cf. § 7.11).</p> <p>(13) Selon les dispositions de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3).</p> | | | | | | |

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

| Nature du 1 ^{er} lit d'isolant | Revêtement d'étanchéité | | | | | |
|---|--|--|------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | Sous protection lourde | | Fixé mécaniquement et apparent (9) | | Adhérence totale et autoprotégé (12) | |
| | Lit inférieur | Lit supérieur (1) | Lit inférieur | Lit supérieur (1) | Lit inférieur | Lit supérieur (1) |
| Fesco | Collage EAC (5) ou colle à froid (8) ou 1 fixation / panneau (9) ou pose libre (3) | Collage EAC (5) ou colle à froid (8) ou 1 fixation / panneau (9) ou pose libre (3) | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | Collage à l'EAC (5) | Fixations mécaniques (4) (9) |
| | | | | | Collage à l'EAC (5) | Collage à l'EAC (5) (6) |
| | | | | | Fixations mécaniques (4) (9) | Collage à l'EAC (5) (6) |
| | | | | | 1 fixation / panneau (9) | Fixations mécaniques (4) (9) |
| Autres isolants (2) | Collage EAC (5) ou colle à froid (8) ou fixation mécanique préalable (9) ou pose libre (3) | Collage EAC (5) (7) ou colle à froid (8) ou fixation mécanique préalable (9) ou pose libre (3) | 1 ou 2 fixation (s) / panneau (11) | 1 fixation / panneau | fixation mécanique préalable (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.

(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 Fesco 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) 1 ou 2 fixations mécaniques préalables en fonction des dimensions du panneau du lit inférieur (cf. Avis Technique).

(12) Application limitée lorsque le revêtement apparent est collé (cf. § 7.11).

Tableau 11 – Isolation en plusieurs lits, fixation des isolants Fesco B et Fesco C sur bois - panneaux dérivés du bois

| Nature du 1 ^{er} lit d'isolant | Revêtement d'étanchéité | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| | Sous protection lourde | | Fixé mécaniquement et apparent (9) | | Adhérence totale et autoprotégé (12) | |
| | Lit inférieur | Lit supérieur (1) | Lit inférieur | Lit supérieur (1) | Lit inférieur | Lit supérieur (1) |
| Fesco B ou Fesco C | Collage EAC (5) ou | Collage EAC (5) ou | 1 fixation / panneau | 1 fixation / panneau | Collage à l'EAC (5) | Fixations mécaniques (4) (9) |
| | colle à froid (8) ou | colle à froid (8) ou | | | Collage à l'EAC (5) | Collage à l'EAC (5) (6) |
| | 1 fixation / panneau (9) | 1 fixation / panneau (9) | | | Fixations mécaniques (4) (9) | Collage à l'EAC (5) (6) |
| | ou pose libre (3) | ou pose libre (3) | | | 1 fixation / panneau | Fixations mécaniques (4) (9) |
| Autres isolants (2) | Collage EAC (5) ou | Collage EAC (5) (7) ou | 1 ou 2 fixation(s) / panneau (11) | 1 fixation / panneau | fixation mécanique préalable (9) | Fixations mécaniques (4) (9) |
| | colle à froid (8) ou | colle à froid (8) ou | | | Fixations mécaniques (9) (10) | Collage à l'EAC (5) (6) (7) |
| | fixation mécanique préalable (9) | fixation mécanique préalable (9) | | | Collage à l'EAC (5) | Fixations mécaniques (4) (9) |
| | ou pose libre (3) | ou pose libre (3) | | | Collage à l'EAC (5) | Collage à l'EAC (5) (6) (7) |

(1) Lit supérieur en panneaux Fesco B - Fesco C.

(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 des Fesco B - Fesco C 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) 1 ou 2 fixations mécaniques préalables en fonction des dimensions du panneau du lit inférieur (cf. Avis Technique).

(12) Application limitée lorsque le revêtement apparent est collé (cf. § 7.11).

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

| Élément porteur | Isolants (1) | Revêtement d'étanchéité | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------|
| | | Sous protection lourde | Autoprotégé et adhérent | Fixé mécaniquement et apparent (1) | |
| | Pose en lit unique : | | | | |
| TAN | Fesco B ou Fesco C | OUI | OUI | OUI | |
| Maçonnerie et béton cellulaire | Fesco | OUI | OUI | OUI | |
| Bois et panneaux dérivés du bois | Fesco B ou Fesco C | OUI | OUI | OUI | |
| | Pose en lits doublés : | | | | |
| | Lit inférieur | Lit supérieur | | | |
| TAN | Laine minérale | Fesco B ou C | OUI | OUI | OUI |
| | Fesco B ou C | Fesco B ou C | OUI | OUI | OUI |
| | Mousse phénolique | Fesco B ou C | OUI (2) | OUI (2) | OUI (2) (3) |
| Maçonnerie et béton cellulaire | Fesco | Fesco | OUI | OUI | OUI |
| | Autres isolants | Fesco | OUI | OUI | OUI |
| Bois et panneaux dérivés du bois | Fesco B ou C | Fesco B ou C | OUI | OUI | OUI |
| | Autres isolants | Fesco B ou C | OUI | OUI | OUI |

(1) Fixation mécanique des isolants et/ou du revêtement d'étanchéité : 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 B ou Fesco C 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).

(3) Les vis de l'attelage de fixation du revêtement d'étanchéité doivent être de classe 2 (guide UEAtc) avec plaquette de répartition en acier galvanisé (§ 8.13).

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

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

| Tableau 13.a – Bâtiments fermés et ouverts – versants plans – travaux neufs et de réfection sur béton et béton cellulaire | | | | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 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 |

| Tableau 13.b – Bâtiments fermés et ouverts – versants courbes – travaux neufs et de réfection sur béton et béton cellulaire | | | | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 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 B ou Fesco C, 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 |
| Inaccessibles | <i>pente mini ≥ 0 %</i> | <i>pente mini ≥ 1 %</i> | <i>pente mini de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3)</i> | <i>pente mini de la norme NF P 84-207 (DTU 43.4)</i> |
| Chemins de circulation | <i>pente maximum ≤ 50 %</i> | | | |
| Terrasses ou zones techniques : | | | | |
| <i>Résistance thermique ≤ 2 m².K/W</i> | <i>pente maxi ≤ 5 %</i> | <i>pente maxi ≤ 7 %</i> | <i>pente maxi ≤ 5 %</i> | <i>pente maxi ≤ 7 %</i> |
| <i>Résistance thermique > 2 m².K/W</i> | <i>pente maxi ≤ 5 %</i> | <i>pente maxi ≤ 5 %</i> | <i>pente maxi ≤ 5 %</i> | <i>pente maxi ≤ 5 %</i> |
| Accessibles protégées par : | | | | |
| - Dalles sur plots (3) | <i>0 % ≤ pente ≤ 5 %</i> | | | |
| - Autres que dalles sur plots | <i>1 % ≤ pente ≤ 5 %</i> | | | |
| Jardin | <i>0 % ≤ pente ≤ 5 %</i> | | | |
| Travaux de réfections | <i>pente conforme à celles prévues par la norme NF P 84-208 (DTU 43.5)</i> | | | |
| <i>Les cases noircies correspondent à des cellules de non usage</i> | | | | |
| <i>(1) Supports conformes aux normes NF P 84-204 à NF P 84-108 (DTU 43.1 à DTU 43.5) et aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (cahier du CSTB 2192 d'octobre 1987).</i> | | | | |
| <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 » cahier du CSTB 2267-2 de septembre 1988, et aux Avis Techniques.</i> | | | | |
| <i>(3) Le revêtement d'étanchéité est toujours posé en indépendance sous dalles sur plots (§ 7.12).</i> | | | | |