

Document Technique d'Application

référence Avis Technique **5/08-1983**

*Panneaux isolants non porteurs en laine minérale
(MW) support d'étanchéité*

*Isolant thermique non
porteur support
d'étanchéité*

*Non-loadbearing insulation
as base for waterproofing*

*Nichttragender
Wärmedämmstoff als
Untergrund für Abdichtungen*

Hardrock 2 Nu

relevant de la norme

NF EN 13162

Titulaire : Rockwool France SAS
111 rue du Château des Rentiers
FR-75013 Paris

Usines : Rockwool France SAS
FR-63700 Saint Eloy les Mines (Puy de Dôme France)
Rockwool Lapinus Productie BV
NL-6045 JG Roermond (Limbourg Hollande)

Distributeur : Rockwool France SAS

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

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 6 octobre 2008



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, F-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 18 février 2008, la demande relative à l'isolant thermique non porteur support d'étanchéité Hardrock 2 Nu fabriqué par deux usines du groupe Rockwool et distribué par la société Rockwool France SAS. Le présent document, auquel est annexé le dossier technique établi par le demandeur, transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Panneaux isolants non porteurs en laine minérale.

Dimensions : 1200 × 1000 mm, 2400 × 600 mm ou 2400 × 1200 mm pour l'usine française ; 1200 × 1000 mm ou 2400 × 600 mm pour l'usine néerlandaise.

Épaisseurs : 50 à 160 mm ; elles sont comprises entre 60 et 160 mm pour l'usine néerlandaise.

Les panneaux sont utilisables en lits simples ou superposés, et pour une épaisseur totale d'au plus 260 mm.

Les panneaux s'emploient en toiture comme supports d'étanchéité en membrane synthétique monocouche indépendante sous protection lourde ou fixée mécaniquement, sur tôles d'acier nervurées, conformément à la norme NF P 84-206 (réf. DTU 43.3) ou sur bois et panneaux dérivés, conformément à la norme NF P 84-207 (réf. DTU 43.4).

En toitures plates et inclinées :

- inaccessibles,
- aux chemins de circulation des toitures inaccessibles.

1.2 Mise sur le marché

Les produits relevant de la norme NF EN 13162 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° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié, concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

Les caractéristiques des panneaux suivantes sont indiquées sur leur étiquette CE :

- conductivité thermique déclarée : 0,040 W/(m.K),
- euroclasse : A1 (selon les rapports de classement européens de réaction au feu n° H010035 – CEMATE/28 du LNE pour les panneaux issus de l'usine de Saint Eloy les Mines et n° PEM-08-1327 de l'EFIC pour les panneaux issus de l'usine de Roermond).

1.3 Identification

Les panneaux sont emballés en palette sous film polyéthylène thermo-rétracté.

Chaque palette porte une étiquette précisant : marque commerciale, dimensions, surface, résistance thermique, numéro de contrôle, usine d'origine, numéro de Document Technique d'Application.

Les usines sont repérées par un numéro :

- l'usine de Roermond porte le numéro 1,
- l'usine de Saint Eloy les Mines porte le numéro 6.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe Z de la norme NF EN 13162.

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.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003).

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est indiqué dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

Vis-à-vis du feu intérieur

Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

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

Elle peut être normalement assurée.

Isolation thermique

Le *paragraphe 2.33* du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI pour l'année 2008. Il appartiendra 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 résistance thermique utile de l'isolant.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2005, la paroi dans laquelle est incorporée l'isolant support d'étanchéité Hardrock 2 Nu devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient U_{bât} » des Règles Th-U, qui définit le coefficient (U_p) surfacique maximum admissible pour la toiture.

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 3 mai 2007, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, qui définit la résistance thermique totale minimum que la paroi doit respecter lorsqu'il est applicable.

Les panneaux de faibles épaisseurs ne peuvent être mis en œuvre que sur les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable.

De plus, sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, l'influence des fixations mécaniques du panneau Hardrock 2 Nu et/ou du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement est à prendre en compte conformément aux dispositions prévues dans les Règles Th-U (Fascicule 4/5), avec le coefficient ponctuel du pont thermique intégré « χ_{fixation} » indiqué au Dossier Technique.

Accessibilité de la toiture

Le Hardrock 2 Nu utilisé comme support d'étanchéité convient aux toitures terrasses inaccessibles et chemins de circulation, avec les dispositions prescrites par les *tableaux 4 et 5* du Dossier Technique.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé d'isolation n'est pas revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

2.22 Durabilité – entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé isolant Hardrock 2 Nu est satisfaisante.

Entretien

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

2.23 Fabrication

Effectuée en usines, 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.

À l'ouverture du film polyéthylène thermorétracté des palettes conditionnées, les panneaux doivent être rapidement posés et recouverts par le revêtement d'étanchéité ; dans le cas contraire, les panneaux doivent être protégés des intempéries sur site.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Attelages de fixations mécaniques du revêtement

a) L'emploi d'attelages de fixations mécaniques pour la liaison du revêtement d'étanchéité doit être précédée d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en bois et panneaux dérivés du bois, conformément au *Cahier du CSTB* 3564 de juin 2006.

b) L'usage de fixation mécanique est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ($\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$).

2.32 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.

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

Trois ans, venant à expiration le 28 février 2011.

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

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

a) Il est rappelé que les chemins de circulation des terrasses inaccessibles ne doivent recevoir qu'une circulation réduite liée à l'entretien du revêtement d'étanchéité ou d'accessoires de toiture, y compris en phase chantier et ceci quelque soit l'importance des passages pendant les travaux.

L'absence d'une protection adaptée lors des interventions des autres corps d'état sur la toiture-terrasse, pendant toute la durée du chantier, entrainera des dégradations (tassement de l'isolant etc.) pouvant remettre en cause le clos de l'ouvrage.

En outre, les terrasses-zones techniques, et leurs chemins d'accès s'ils sont considérés comme « techniques » dans les Documents Particuliers du Marché, ne sont pas visés par ce présent Document Technique d'Application.

b) Bien que les Agréments Techniques Européens relatifs aux kits de revêtements d'étanchéité destinés à être fixés mécaniquement soient formulés en tenant compte d'hypothèses de 60 kPa sur la compressibilité à 10 % (norme EN 826) des isolants supports avec lesquels ils seront utilisés en œuvre, le Groupe Spécialisé n° 5 admet l'emploi de ce panneau comme support de revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement et bénéficiant d'un Document Technique d'Application.

c) La superposition de panneaux Hardrock 2 Nu de classe compressibilité « B » (cf. Guide UEAtc), au-dessus de panneaux Rockacier C Nu de classe compressibilité « C » (UEAtc), ne peut pas être utilisée sur des toitures autres qu'inaccessibles (voir remarque ci-dessus).

d) L'application des panneaux Hardrock 2 Nu sous revêtement d'étanchéité autre que les membranes synthétiques monocouches n'est pas visée par le présent document.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
E. SALIMBENI

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Destination du produit

Le Hardrock 2 Nu est un panneau isolant thermique non porteur utilisé en un ou plusieurs lits, support direct de revêtements d'étanchéité synthétiques, en travaux neuf ou en réfection, de toitures :

Plates et inclinées :

- non accessibles y compris les chemins de circulation (hors zones techniques)
- à éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, en bois et panneaux dérivés du bois de pente conformes aux normes NF P 84-206 (DTU 43.3) et NF P 84-207 (DTU 43.4).

Les revêtements d'étanchéité synthétiques sont posés libre sous protection lourde ou fixés mécaniquement.

Dans le cas de pose avec fixations mécaniques, les locaux à très forte hygrométrie ne sont pas visés.

2. Description

2.1 Désignation commerciale

Panneau HARDROCK 2 NU.

2.2 Définition du matériau

Le produit est constitué de fibres de roche diabase ensimées de résines phénoliques.

Il est produit suivant le procédé « dual densité » qui surdensifie la couche supérieure du panneau. Cette face porte un marquage, repérant la face support du revêtement d'étanchéité.

2.3 Caractéristiques du HARDROCK 2 NU

2.31 Spécifications du matériau

Voir *tableau 1*, en fin de Dossier Technique.

2.32 Autres caractéristiques indicatives

Voir *tableau 2*, en fin de Dossier Technique.

2.33 Résistances thermiques

Le *tableau 3*, en fin de Dossier, 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 n° 06/015/415 en cours de validité en 2008. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au certificat ACERMI de l'année en cours.

A défaut d'un certificat valide, les résistances thermiques de l'isolant seront calculées en prenant la conductivité selon DTU « règles Th-U », soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée (R_D), soit en utilisant les valeurs tabulées par défaut (λ_{DTU}).

2.4 Matériaux pour barrière de vapeur

On utilise les matériaux traditionnels prescrits par les normes NF P 84-206 (DTU 43.3) et NF P 84-207 (DTU 43.4).

On utilise également les écrans vapeur décrits dans les Documents Techniques d'Application⁽¹⁾ particuliers aux revêtements d'étanchéité. En travaux de réfection, les anciens revêtements tels que enduits pâteux, ciment volcanique, membranes synthétiques, nécessitent la mise en œuvre d'un nouveau pare-vapeur, prescrit par la norme NF P 84-208 (DTU 43.5), cf. *tableau 6* du Dossier Technique.

2.5 Accessoires de fixation

Les densités de fixations sont prescrites dans les Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité synthétiques cités au *paragraphe 2.6*. On utilise :

Sur tôles d'acier nervurées

Les attelages de fixations mécaniques « Solide au Pas » avec éléments de liaison et plaquettes, prescrits par la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), et conformes au *Cahier du CSTB 3564* de juin 2006.

Sur bois et panneaux dérivés du bois

Les attelages de fixations mécaniques « Solide au Pas » avec éléments de liaison et plaquettes, prescrits par la norme NF P 84-207 (DTU 43.4), et conformes au *Cahier du CSTB 3564* de juin 2006.

Les attelages de fixations mécaniques « Solide au Pas », conformes aux normes NF P 84-206 et NF P 84-207, sont munis d'un dispositif empêchant le dépassement de l'élément de liaison (vis par exemple) au-dessus de la plaquette ou rondelle de répartition.

2.6 Matériau d'étanchéité

On utilise les revêtements d'étanchéité monocouches synthétiques fixés mécaniquement ou posés libre sous protection meuble, sous Documents Technique d'Application particuliers, lorsque ceux-ci prévoient l'application sur laine minérale nue (cf. § 1).

Les exigences de résistance au poinçonnement renforcées en classe FIT « I4 » figurent dans les *tableaux 4* et *5* du Dossier Technique.

3. Fabrication du matériau

3.1 Centres de fabrication

La fabrication est effectuée dans les usines de :

- Rockwool France SAS à Saint Eloy les Mines (France),
- Rockwool Lapinus Productie BV Roermond (Pays-Bas).

3.2 Description de la fabrication

La fabrication comporte les principales étapes suivantes :

- la préparation de fibres de roche
- l'encollage des fibres
- le pressage et la polymérisation du mat en tunnel
- le découpage
- l'emballage

3.3 Nomenclature des contrôles de fabrication

L'autocontrôle est réalisé conformément à la norme EN 13162, et fait l'objet d'un suivi dans le cadre de la certification ACERMI, Keymark et du marquage CE.

L'autocontrôle porte notamment sur les points suivants :

- a) sur chaîne de fabrication en continu :
 - poids, aspect
- b) sur produits finis :
 - à raison d'un panneau / heure : densité, équerrage, épaisseur, largeur et longueur
 - à raison d'un panneau toutes les 2 heures : perte au feu
 - à raison d'un panneau / 4 heures / épaisseur : compression à 10 %, traction perpendiculaire
 - mensuellement : conductivité thermique, absorption d'eau.

La production applique un plan de qualité interne.

Les contrôles des usines (cf. § 3.1) sont suivis par Rockwool France SAS.

⁽¹⁾ Ou Avis Technique dans la suite du document.

4. Conditionnement, marquage

Les panneaux sont emballés, sans sous colisage, sous film polyéthylène thermorétracté.

Chaque palette, de hauteur :

- ≤ 2,75 m, pour les formats de panneaux 1200 × 1000 mm,
- ≤ 1,40 m, pour les formats de panneaux 2400 × 600 et 2400 × 1200 mm,

porte une étiquette précisant : la norme produit, marque commerciale, dimensions, surface, conductivité thermique, résistance thermique, réaction au feu (Euroclasse), numéro de contrôle, usine d'origine, numéro de Document Technique d'Application, Marquage CE et Keymark.

Les usines sont repérées par un numéro :

- l'usine de Saint Eloy les Mines porte le numéro 6,
- l'usine de Roermond porte le numéro 1.

5. Mise en œuvre

5.1 Conditions d'emploi

Les panneaux HARDROCK 2 NU sont fixés sur l'élément porteur.

Le revêtement d'étanchéité synthétique est mis en œuvre, soit en indépendance sous protection meuble, soit fixé mécaniquement et apparent.

Les *tableaux 4 et 5*, en fin de Dossier Technique, résument les conditions d'emploi.

5.2 Prescriptions relatives aux éléments porteurs

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 tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de vallée > à 70 mm ne sont pas visés par ce DTA.

Les éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois sont conformes à la norme NF P 84-207 (DTU 43.4) ou à leurs Avis Techniques particuliers.

5.3 Prescriptions relatives aux supports constitués d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciens revêtements d'étanchéité, traditionnels ou sous Document Technique d'Application, pouvant être fixés :

- soit sur les éléments porteurs décrits au § 5.2 et au *tableau 6*,
- soit sur isolants fixés sur ces mêmes éléments.

Les critères de conservation et de préparation de ces anciens revêtements d'étanchéité et des autres éléments de toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique, protection), sont définis dans la norme NF P 84-208 (DTU 43.5).

5.4 Mise en œuvre de la barrière de vapeur

5.4.1 Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

On se conformera aux prescriptions de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

5.4.2 Sur éléments porteurs en bois et dérivés du bois

On se conformera aux prescriptions de la norme NF P 84-207 (DTU 43.4) ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

5.5 Mise en œuvre des panneaux isolants

5.5.1 Généralités

Pour ne pas détériorer les panneaux qui reçoivent un passage fréquent pendant les travaux, il convient de les recouvrir provisoirement d'une protection rigide par exemple un platelage en bois.

Aucun panneau ne devra être utilisé s'il est humidifié dans son épaisseur.

Les panneaux seront recouverts par le revêtement d'étanchéité dès leur pose.

Les panneaux HARDROCK 2 NU sont posés en un lit d'épaisseur 50 à 160 mm ou en deuxième lit sur un premier lit de Hardrock 2 Nu, ou de Rockacier C Nu.

Les panneaux HARDROCK 2 NU sont disposés en quinconce, jointifs, et préalablement fixés mécaniquement sur l'élément porteur. Ils sont posés face surdensifiée et repérée au dessus.

5.5.2 Sur toiture métallique

L'épaisseur minimale d'isolant sur éléments nervurés conforme à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) (OhN ≤ 70 mm) est 50 mm.

La ligne continue des joints de panneau doit être perpendiculaire aux nervures de l'élément porteur.

Dans le cas de tôles d'acier nervurées à plages perforées ou crevées, l'application est limitée aux milieux à faible et moyenne hygrométrie, incluant la mise en œuvre d'un pare-vapeur conforme à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3).

5.5.3 Sur élément porteur en bois ou dérivés

On se reportera aux prescriptions de la norme NF P 84-207 (DTU 43.4).

5.5.4 Sous revêtement indépendant, pose en un seul lit

Les panneaux sont fixés préalablement, suivant les dispositions de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3), sous revêtement posé libre sous protection lourde meuble.

5.5.5 Pose sous revêtement fixé mécaniquement

Les panneaux sont fixés préalablement, sur versants plans, par :

- 1 fixation centrale par panneau de format 1200 × 1000 ou 2400 × 1200 mm,
- 2 fixations réparties par panneau de format 2400 × 600 mm.

Les fixations définitives sont celles du revêtement selon son Document Technique d'Application particulier, décrites au § 2.5.

5.5.6 Cas particulier d'isolation en plusieurs lits

Les panneaux HARDROCK 2 NU peuvent être employés en couches superposées, telles que décrites au § 5.5.1, à joints décalés et dans la limite de 260 mm d'épaisseur. Les fixations préalables sont décrites au § 2.5 du Dossier Technique et conforme aux dispositions de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3).

5.5.7 Cas particulier des toitures courbes

Dans le cas des toitures courbes, l'isolant est préalablement fixé mécaniquement avec un minimum de 4 fixations par panneau, il doit être découpé ou présenter des saignées. La largeur maximale des bandes ou saignées ainsi créées ne doit pas excéder la valeur $L \leq \sqrt{R/50}$.

5.6 Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité synthétique monocouche doit être appliqué sur l'isolant sec, conformément au § 5.5.1.

Les prescriptions de performance selon les emplois figurent sur les *tableaux 4 et 5*.

Les conditions de pose des revêtements synthétiques sur isolants en laine de roche figurent dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

5.7 Protection meuble de l'étanchéité

On se reportera aux prescriptions des Documents Techniques d'Application correspondants.

6. Détermination de la résistance utile

Pour les bâtiments répondant aux exigences de la Réglementation Thermique en vigueur, il y a lieu de se référer aux Règles de calcul Th-U (fascicules 1 à 5), permettant de déterminer le coefficient de transmission surfacique global de la toiture (Up).

Pour ce calcul, il faut prendre en compte notamment la résistance thermique utile des panneaux isolants donnée au *tableau 3*.

Lorsque les panneaux isolants sont fixés mécaniquement, les ponts thermiques ponctuels intégrés doivent être pris en compte, sur la base de : $U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}}$, avec :

$$\Delta U_{\text{fixation}} = \frac{\sum \chi_{\text{fixation}}}{A}$$

dans laquelle :

- χ_{fixation} : coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, fixé par le fascicule 4/5 des Règles Th-U en fonction du diamètre des fixations :
 - χ_{fixation} de \varnothing 4,8 mm = 0,006 W/K
 - χ_{fixation} de \varnothing 6,3 mm = 0,008 W/K
- A : surface totale de la paroi en m².

Le nombre de fixation par m², outre celle(s) préalable(s), est déterminé dans les Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité.

D'une manière générale la résistance thermique de la toiture terrasse est définie aux CCTP des lots concernés par la maîtrise d'œuvre en fonction d'études thermiques spécifiques, conformément à la réglementation thermique en vigueur.

Tableau – Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture, bâtiment fermé et chauffé, à Lannion (22) (zone climatique H2) :	Résistances thermiques : avec $U_c = \frac{1}{\sum R}$
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	} 4,023 m ² .K/W
- élément porteur TAN pleines d'épaisseur 0,75 mm	
- panneau Hardrock 2 Nu d'épaisseur 160 mm ($R_{\text{UTIL}} = 4,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - étanchéité monocouche synthétique ép. 2 mm et pare-vapeur	
Fixations mécaniques \varnothing 4,8 mm des panneaux isolants et définitives pour le revêtement d'étanchéité, soit un total de 5 fixations au m ² dans le cadre de l'exemple, d'où un coefficient majorateur $\Delta U_{\text{fixation}} = 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.	
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}} = 0,24 + 0,03 = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

B. Résultats expérimentaux

Nomenclature des résultats d'essais réalisés par le Bureau Veritas :

- Rapport n° 1363596/1J₁ – essais de comportement en porte-à-faux (§ 4.52) sous 700 N sur épaisseur 50 mm du 05/10/07.
- Rapport n° 1363596/1K₁ – essais de comportement sous charge statique répartie (Classe B) & compression sur épaisseur 50 mm du 05/10/07
- Rapport n° 1718344/1C₁ – essais de compression sur épaisseur 160 mm du 05/10/07
- Rapport n° 1872444/1A – essais de comportement sous charge statique répartie (Classe B) sur épaisseur 160 mm du 18/07/08
- Rapport n° 1718344/1F₁ – essais de résistance à la traction perpendiculairement aux faces sur épaisseur 160 mm du 05/10/07
- Rapport n° 1780262/1C – essais de comportement en porte-à-faux (§ 4.52) sous 700 N & résistance à la traction perpendiculairement aux faces sur épaisseur 60 mm du 09/11/2007
- Rapport n° 1780262/1D – essais de résistance à la traction perpendiculairement aux faces sur épaisseur 140 mm du 15/11/07
- Rapport n° 1803363/1A – essais de comportement sous charge statique répartie (Classe B) & compression sur épaisseur 140 mm du 17/12/07
- Rapport n° 1872444/2A – essais de comportement sous charge statique répartie (Classe B) & compression sur épaisseur 60 mm du 29/08/08
- Rapport n° 1838704/1A – essais de comportement sous charge statique répartie (Classe B) & compression sur épaisseur 160 mm du 20/03/08

Nomenclature des résultats d'essais réalisés par le LNE :

- Rapport de classement européen de réaction au feu n° H010035-CEMATE/28 du 30 mai 2008, valable pour les panneaux Hardrock 2 Nu fabriqués à l'usine de Saint Eloy les Mines, d'épaisseur 50 à 160 mm et de masse volumique 145 à 170 kg/m³

Nomenclature des résultats d'essais réalisés par l'EFIC (European Fire and Conductivity Laboratory) :

- Rapport de classement européen de réaction au feu n° PEM-08-1327 du 28 février 2008, valable pour les panneaux Hardrock 2 Nu fabriqués à l'usine de Roermond, d'épaisseur 50 à 180 mm, de masse volumique de la couche surdensifiée < 230 kg/m³ et de masse volumique de la couche inférieure < 150 kg/m³

C. Références

Les panneaux HARDROCK 2 NU sont fabriqués dans l'usine de Saint Eloi les Mines et Roermond depuis mai 2007 et ont fait l'objet de plus de 300 000 m² de chantiers de référence.

Tableaux du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées

Caractéristiques	Spécifications	Unité	Norme de référence ou observations
Pondérales			
Masse volumique	≥ 157 (moyenne 170) ≥ 133 (moyenne 145)	kg/m ³	NF EN 1602 Épaisseurs de 50 à 55 mm Épaisseurs de 60 à 160 mm
Masse volumique de la couche surdensifiée	≥ 200 (moyenne 210)		
Masse volumique de la couche inférieure	≥ 123 (moyenne 135)		
Dimensionnelles			
Longueur x Largeur	1 200 × 1000 ± 2 2400 × 600 ± 2 2400 × 1200 ± 2	mm	NF EN 822
Épaisseurs	50 à 160 (*) (-1, +3) de 5 en 5	mm	NF EN 823 - L'épaisseur est mesurée sous une pression de 250 Pa.
Épaisseur de la couche surdensifiée	12 (± 2)	mm	
Défauts d'équerrage	≤ 3	mm	NF EN 824 - Sous un bras de 1 m
Mécaniques			
Contrainte de compression à 10%	≥ 50	kPa	NF EN 826
Contrainte de rupture en traction perpendiculaire aux faces	≥ 15 (moyenne 25)	kPa	NF EN 1607 - Éprouvettes de 300 x 300 x e mm. Les plaques de traction sont collées à la colle hot melt. Vitesse de déplacement 10 mm/min. Température ambiante
	≥ 7	kPa	Après traitement d'humidification 24 h à 70°C 100 % HR suivi de 24h à l'ambiance
Charge ponctuelle (Point Load (PL(5)))	≥ 500	N	NF EN 12430 - Éprouvettes de 300 x 300 x e mm à 5 mm de déformation sous un disque de 50 cm ²
Tassement sous charge répartie 20 kPa	Classe B		Guide UEAtc
Stabilité			
Absorption d'eau (long terme)	< 3 (moyenne 0,5)	kg/m ²	EN 12087 (WLP)
Réaction au feu			
Classement de réaction au feu	Euroclasse A1		Rapports de classement européen de réaction au feu (**) n° H010035-CEMATE/28 (usine de SELM) n° PEM-08-1327 (usine de Roermond)
Résistance thermique utile	cf. <i>tableau 3</i>		
Conductivité thermique utile	0,040	W/(m.K)	Certification ACERMI n° 06/015/415
Aspect	Le panneau présente au plus, une lentille non polymérisée (claire) dont le diamètre n'excède pas 5 cm.		
(*) Épaisseurs comprises entre 60 et 160 mm pour l'usine néerlandaise.			
(**) Cf. <i>paragraphe B</i> du Dossier Technique.			

Tableau 1 bis – Masse surfacique +/- 10%

Épaisseur (mm)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
Masse surfacique (kg/m ²)	8,55	9,3	9	9,7	10,35	11	11,7	12,4	13	13,7	14,4	15
Épaisseur (mm)	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	
Masse surfacique (kg/m ²)	15,7	16,4	17,1	17,8	18,4	19,1	19,8	20,5	21,1	21,8	22,5	

Tableau 2 –Caractéristiques indicatives

Caractéristiques	Valeur d'utilisation	Unité	Conditions d'essai et d'observation
Hygrothermique Absorption d'eau en immersion	2 à 3 7 à 9 11 à 12	%	Éprouvettes 15 x 15 x 3 cm après immersion 24 h à 20 °C après immersion 48 h à 20 °C après immersion 7j et saturation Retour au poids initial en 48 heures
Stabilité dimensionnelle Coefficient de dilatation thermique Déformation résiduelle à 20 °C	2.10 ⁻⁶ négligeable	°C ⁻¹ mm/m	Après stabilisation à 80 °C

Tableau 3 – Résistances thermiques

Épaisseur (mm)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
R (m².K/W)	1,25	1,35	1,50	1,60	1,75	1,85	2,00	2,10	2,25	2,35	2,50	2,60
Épaisseur (mm)	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	
R (m².K/W)	2,75	2,85	3,00	3,10	3,25	3,35	3,50	3,60	3,75	3,85	4,00	

Tableau 4 – Conditions d'emploi pour toitures inaccessibles

Élément porteur	Pente (%)	Protection lourde meuble	Autoprotection
		Revêtement monocouche synthétique sous DTA	Revêtement monocouche synthétique sous DTA fixé mécaniquement (1)
Bois et dérivés du bois (selon DTU 43.4 et Avis Techniques)	≤ 5 (cf. DTU 43.4)	I4	L3 et selon DTA du revêtement
	> 5		
Tôles d'Acier Nervurées (selon DTU 43.3 et Avis Techniques)	≤ 5	I4	
	> 5		
(1) Fixations Solides au Pas I, L : Classe FIT du revêtement d'étanchéité (Documents Techniques d'Application particuliers) Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi			

Tableau 5 – Conditions d'emploi pour chemins de circulation

Élément porteur	Pente (%)	Protection par dalles	Autoprotection
		Revêtement monocouche synthétique sous DTA	Revêtement monocouche synthétique sous DTA fixé mécaniquement (1)
Bois et dérivés du bois (selon DTU 43.4 et Avis Techniques)	≤ 5 (cf. DTU 43.4)	I4	L4 et selon DTA du revêtement
	> 5 à ≤ 50		
Tôles d'Acier Nervurées (selon DTU 43.3 et Avis Techniques)	3 à 5	I4	
	> 5 à ≤ 50		
(1) Fixations Solides au Pas I, L : Classe FIT du revêtement d'étanchéité (Documents Techniques d'Application particuliers) Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi			

Tableau 6 – Liaisonnement des panneaux HARDROCK 2 NU

Anciens revêtements (2)	Mode de liaisonnement des panneaux HARDROCK 2 NU		
	Pose libre	Fixations mécaniques (1)	
	Sous protection lourde	Avec nouveau pare vapeur	Sans nouveau pare vapeur
Asphalte	OUI	OUI	OUI
Bitumineux indépendants	OUI	OUI	OUI
Bitumineux semi indépendants	OUI	OUI	OUI
Bitumineux adhérents	OUI	OUI	OUI
Membrane synthétique	OUI (3)	OUI	OUI (3)
Ciment volcanique, enduit pâteux	OUI (3)	OUI	OUI (3)
(1) Fixations Solides au Pas (2) Anciens revêtements conservés selon la norme NF P 84-208 (DTU 43.5) et § 5.3 (3) Nouveau pare-vapeur obligatoire, sauf sur TAN pleines au-dessus de locaux classés à faible et moyenne hygrométrie			