

Sur le procédé

Hardrock 2 Nu

Famille de produit/Procédé : Panneau en laine de roche (MWR) nue non porteur support d'étanchéité

Titulaire : Société **ROCKWOOL France SAS**
Internet : www.rockwool.fr

Distributeur : Société **ROCKWOOL France SAS**
Internet : www.rockwool.fr

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	<p>Cette version annule et remplace le DTA n° 5/14-2395 et intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suppression de la mise en œuvre sous protection lourde à la suite de la décision de la CCFAT du 9 juin 2016 - Ajout de l'usine de Caparroso (Espagne). 	Anouk MINON	Philippe DRIAT

Descripteur :

« Hardrock 2 Nu » est un procédé d'isolation thermique composé de panneaux non porteur en laine de roche nue, admis en tant que support direct de revêtements d'étanchéité synthétiques fixé mécaniquement en toitures plates et inclinées inaccessible y compris les chemins de circulation (hors zones techniques), en climat de plaine, en travaux neuf et de réfection, sur éléments porteurs en :

- Tôles d'acier nervurées de pente conforme à la norme NF DTU 43.3 ou à leurs Avis Techniques particuliers ;
- Bois et panneaux à base de bois de pente conformes à la norme NF DTU 43.4 ou à leurs Avis Techniques particuliers.

Ces panneaux s'emploient en :

- Un lit d'épaisseur maximale de 160 mm ;
- Plusieurs lits d'isolant d'épaisseur totale maximale de 260 mm, avec pour :
 - Lit inférieur : Hardrock 2 Nu ou Rockacier C Nu,
 - Lit(s) supérieur(s) : Hardrock 2 Nu.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.1.1.	Zone géographique.....	4
1.1.2.	Ouvrages visés	4
1.2.	Appréciation	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité et entretien	5
1.2.3.	Impacts environnementaux	5
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	5
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation.....	6
2.1.1.	Coordonnées	6
2.1.2.	Mise sur le marché	6
2.1.3.	Identification	6
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Disposition de conception	7
2.3.1.	Éléments porteurs	7
2.3.2.	Attelages de fixations mécaniques du revêtement	8
2.3.3.	Matériau d'étanchéité.....	8
2.3.4.	Cas de la réfection.....	8
2.3.5.	Prescriptions relatives aux supports constitués d'anciens revêtements d'étanchéité	8
2.4.	Disposition de mise en œuvre	8
2.4.1.	Conditions d'emploi	8
2.4.2.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs	8
2.4.3.	Mise en œuvre de l'écran pare-vapeur	8
2.4.4.	Mise en œuvre des panneaux isolants	8
2.4.5.	Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité.....	9
2.4.6.	Intervention des entreprises	9
2.5.	Entretien	9
2.6.	Assistance technique	9
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	9
2.7.1.	Centre de fabrication	9
2.7.2.	Description de la fabrication	9
2.7.3.	Contrôles de fabrication	10
2.8.	Détermination de la résistance thermique utile du système	10
2.9.	Mention des justificatifs	10
2.9.1.	Résultats Expérimentaux.....	10
2.9.2.	Références chantiers.....	11
2.10.	Annexes du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre	12
2.10.1.	Tableaux du Dossier Technique	12
2.10.2.	Figure du Dossier Technique	13

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé, décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 11 octobre 2021, par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « Hardrock 2 Nu » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine.

1.1.2. Ouvrages visés

Ces panneaux sont admis en tant que support direct de revêtements d'étanchéité synthétiques de toitures plates et inclinées inaccessible y compris les chemins de circulation (hors zones techniques) sur éléments porteurs en :

- Tôles d'acier nervurées de pente conforme à la norme NF DTU 43.3 ou à leurs Avis Techniques particuliers ;
- Bois et panneaux à base de bois de pente conformes à la norme NF DTU 43.4 ou à leurs Avis Techniques particuliers.

Pour des travaux établis en :

- Climat de plaine ;
- Travaux neufs ou en réfection selon le DTU 43.5.

Les panneaux Hardrock 2 Nu seront fixés mécaniquement sous un revêtement d'étanchéité synthétique fixé mécaniquement en apparent.

Les locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie sont visés.

Les toitures inaccessibles avec revêtement d'étanchéité avec film souple photovoltaïque ou sous modules verriers photovoltaïques ne sont pas visées.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Sécurité en cas d'incendie

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 classement au feu de l'isolant est donné dans les rapports d'essais cités au § 2.10.1.

Lorsqu'il est exigé un classement de tenue au feu Broof(t3), des systèmes d'étanchéité (revêtement + isolant) présentent un classement de tenue au feu Broof(t3), l'entreprise de pose doit se procurer ces procès-verbaux auprès du titulaire de l'Avis Technique et vérifier que le système d'étanchéité à mettre en œuvre est pris en compte par l'un de ces procès-verbaux.

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

Le procédé dispose d'une Déclaration Volontaire de Données de Sécurité (DVDS). L'objet de la DVDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers adoptés pour les éviter, notamment par le port d'Équipements de Protection Individuelle (EPI). La DVDS est disponible sur demande auprès de la Société ROCKWOOL.

Pose en zones sismiques

Le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée) et 4 (moyenne), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

Isolation thermique

L'arrêté du 26 octobre 2010 (Réglementation Thermique 2012) et le décret RE 2020 n° 2021-1004 (Réglementation Environnementale RE 2020) n'impose pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois mais imposent des exigences sur les performances énergétiques globales du bâti.

Le paragraphe 2.2.2.1.2 du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI pour l'année 2014. 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.

De plus, sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, l'influence des fixations mécaniques du panneau isolant 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.

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 22 mars 2017, 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.

Aspects sanitaires

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

Fabrication et contrôle

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

1.2.2. Durabilité et entretien**Durabilité**

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

Entretien

Cf. les normes NF DTU série 43.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le procédé « Hardrock 2 Nu » ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

1.3. 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 quel que 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, entraînera 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) La superposition de panneaux Hardrock 2 Nu de classe de compressibilité « B » (cf. Guide UEAtc), au-dessus de panneaux Rockacier C Nu de classe de compressibilité « C » (UEAtc), ne peut pas être utilisée sur des toitures autres qu'inaccessibles (voir remarque ci-dessus).
- c) 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.
- d) Cette révision intègre la mise à jour du procédé à la suite de la Décision CCFAT, en date du 9 juin 2016, de sortir du domaine d'application de la procédure l'utilisation des panneaux en laine de roche (MWR) nue non porteurs en support d'étanchéité sous protection lourde, mis en œuvre sur éléments porteurs maçonnés, en béton cellulaire, en bois et panneaux à base de bois, ou tôles d'acier nervurées, du fait du caractère traditionnel de cette utilisation.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Société ROCKWOOL France SAS
 111 rue Château des Rentiers
 FR – 75013 Paris
 Tél. : 01 40 77 82 82
 Email : info@rockwool.fr
 Internet : www.rockwool.fr.

Distributeur : Société ROCKWOOL France SAS
 111 rue Château des Rentiers
 FR – 75013 Paris

2.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n° 305/2011, le produit Hardrock 2 Nu fait l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société ROCKWOOL France SAS sur la base de la norme NF EN 13162.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.1.3. Identification

Les panneaux sont emballés, sans sous colisage, sous film polyéthylène thermo-rétracté.

La hauteur des palettes est fonction des dimensions des panneaux :

- ≤ 2,75 m, pour les formats de panneaux 1 200 × 1 000 mm ;
- ≤ 1,40 m, pour les formats de panneaux 2 400 × 600 et 2 400 × 1 200 mm.

Les palettes portent une étiquette précisant :

- La norme produit ;
- La marque commerciale ;
- Les dimensions ;
- La surface ;
- La conductivité thermique et la résistance thermique ;
- La réaction au feu (Euroclasse) ;
- Le numéro de contrôle ;
- L'usine d'origine ;
- Le numéro de Document Technique d'Application ;
- Le marquage CE.

L'usine de Saint-Eloy-les-Mines est repérée par le numéro 6, l'usine de Caparrosos (Navarre - Espagne) est repérée par le numéro 10.

2.2. Description

2.2.1. Principe

L'Hardrock 2 Nu est un panneau isolant thermique en laine minérale de roche nue non porteur, support direct de revêtements d'étanchéité de toitures, de dimensions utiles :

- Longueur × largeur :
 - 1 200 × 1 000 mm,
 - 2 400 × 600 mm,
 - 2 400 × 1 200 mm ;
- D'épaisseur allant de 50 à 160 mm.

Les panneaux peuvent être mis en œuvre en un ou plusieurs lits ou en lit(s) supérieur(s) d'un panneau Rockacier C Nu. L'épaisseur maximale totale est de 260 mm.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Panneau isolant Hardrock 2 Nu

Le produit Hardrock 2 Nu 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 (se reporter à la figure 1 en fin de Dossier Technique).

2.2.2.1.1. Spécification du matériau

Voir tableau 1, en fin de Dossier Technique.

Les modalités d'essai sont celles du « Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées ».

En outre, les panneaux sont conformes aux exigences réglementaires de l'annexe ZA de la norme NF EN 13162.

2.2.2.1.2. Résistances thermiques

Le tableau 2, 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 2014. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au certificat ACERMI de l'année en cours.

À 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}).

2.2.2.2. Matériaux pour écran pare-vapeur

On utilise les matériaux traditionnels prescrits par les normes NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4.

On utilise également les écrans vapeur décrits dans les Documents Techniques d'Application 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 le DTU 43.5 (cf. tableau 5 du Dossier Technique).

2.2.2.3. Accessoires de fixation

Les densités de fixations sont prescrites dans les Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité synthétiques cités au paragraphe 2.4.7. On utilise :

a) Sur tôles d'acier nervurées :

Les attelages de fixations mécaniques « Solide au Pas » avec éléments de liaison et plaquettes, prescrits par le DTU 43.3, et conformes au *Cahier du CSTB 3564* de juin 2006 ;

b) Sur bois et panneaux à base de bois :

Les attelages de fixations mécaniques « Solide au Pas » avec éléments de liaison et plaquettes, prescrits par le 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 DTU 43.3 et NF DTU 43.4, 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.

2.2.2.4. Matériau d'étanchéité

On utilise les revêtements d'étanchéité monocouches synthétiques sous Document Technique d'Application particuliers, lorsque ceux-ci prévoient l'application sur laine minérale nue (cf. § 1.1.2) fixé mécaniquement en apparent.

Ne sont pas visées, les toitures inaccessibles avec revêtement d'étanchéité avec film souple photovoltaïque ou sous modules verriers photovoltaïque.

2.3. Disposition de conception

2.3.1. Éléments porteurs

2.3.1.1. Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (TAN)

La mise en œuvre du procédé sur un élément porteur en tôles d'acier nervurées conforme au NF DTU 43.3 (Tan d'Ohn < 70 mm) est visée.

2.3.1.2. Éléments porteurs en bois massif ou en panneau à base de bois

La mise en œuvre du procédé sur un élément porteur en bois, de panneaux de contreplaqué, de panneaux de particules est possible, si le support est constitué d'un matériau conforme au NF DTU 43.4 P1-2.

Pour les autres cas, le Document Technique d'Application du support à base de bois doit indiquer les conditions de mise en œuvre du procédé d'étanchéité : mode(s) de liaisonnement du revêtement sur le support, choix des attelages de fixation mécanique des panneaux isolants, limite au vent extrême du système selon les Règles NV 65 modifiées. En outre, dans le cas d'un support en panneaux sandwichs, le Document Technique d'Application précisera si l'ancrage doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur du système.

2.3.2. Attelages de fixations mécaniques du revêtement

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 à base de bois, conformément au *Cahier du CSTB 3564* de juin 2006.

Dans le cas, où il existe une couche isolante existante, et à moins que la contrainte en compression à 10% de déformation de ce support isolant ne soit connue ou lorsqu'elle est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826), les attelages de fixation doivent être de type « solide au pas ».

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

2.3.3. Matériau d'étanchéité

Les exigences de résistance au poinçonnement renforcées en classe FIT, pour les revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement et sous DTA visant l'emploi sur laine minérale, figurent dans les tableaux 3 et 4 du Dossier Technique.

2.3.4. Cas de la réfection

2.3.4.1. Attelages de fixations mécaniques des panneaux isolants et/ou du revêtement

L'emploi d'attelages de fixations mécaniques pour la liaison des panneaux isolants, et/ou celle du revêtement d'étanchéité, doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en bois et panneaux à base de bois conformément à l'*e-Cahier du CSTB 3564* de juin 2006.

Dans le cas, où il existe une couche isolante existante, et à moins que la contrainte en compression à 10% de déformation de ce support isolant ne soit connue ou lorsqu'elle est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826), les attelages de fixation doivent être de type « solide au pas ».

2.3.4.2. Addendum

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 du DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

2.3.5. 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 § 2.2.2.2 et au tableau 5 ;
- Les 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 le DTU 43.5.

2.4. Disposition de mise en œuvre

2.4.1. Conditions d'emploi

Les panneaux Hardrock 2 Nu sont fixés sur l'élément porteur.

Le revêtement d'étanchéité synthétique est mis en œuvre fixé mécaniquement en apparent. On se reportera au Document Technique d'Application particulier du revêtement d'étanchéité synthétique lorsque ceux-ci prévoient l'application sur laine minérale nue.

Les tableaux 5, 6, et 7 en fin de Dossier Technique, résument les conditions d'emploi.

2.4.2. Prescriptions relatives aux éléments porteurs

Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées sont conformes à la norme NF DTU 43.3 ou à leurs Document Technique d'Application particulier.

Les éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois sont conformes à la norme NF DTU 43.4 ou à leurs Avis Technique particulier.

2.4.3. Mise en œuvre de l'écran pare-vapeur

2.4.3.1. Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

On se conformera aux prescriptions de la norme NF DTU 43.3+A1, ou à l'Avis technique particulier de l'élément porteur, ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

2.4.3.2. Sur éléments porteurs en bois et à base de bois

On se conformera aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4 ou à l'Avis technique particulier de l'élément porteur ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

2.4.4. Mise en œuvre des panneaux isolants

2.4.4.1. 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. Sinon ils doivent être protégés des intempéries.

Les panneaux Hardrock 2 Nu sont posés en :

- Un lit d'épaisseur allant de 50 à 160 mm ;

ou

- Plusieurs lits d'isolant d'épaisseur totale maximale de 260 mm, avec pour :
 - lit inférieur : Hardrock 2 Nu ou Rockacier C Nu,
 - lit(s) supérieur(s) : Hardrock 2 Nu.

Les panneaux Hardrock 2 Nu sont disposés en quinconce, jointifs, et préalablement fixés mécaniquement sur l'élément porteur (cf. tableaux 6 et 7). Ils sont posés face surdensifiée et repérée au-dessus.

2.4.4.2. Sur toitures métalliques

L'épaisseur minimale d'isolant sur éléments nervurés conforme à la norme NF DTU 43.3 (OhN \leq 70 mm) est de 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 locaux à faible et moyenne hygrométrie, incluant la mise en œuvre d'un pare-vapeur conforme à la norme NF DTU 43.3+A1.

2.4.4.3. Sur éléments porteurs en bois ou à base de bois

On se reportera aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4 ou à celles de l'Avis Technique particulier de l'élément porteur.

2.4.4.4. Pose sous revêtement fixé mécaniquement

Les panneaux sont fixés préalablement conformément aux indications du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

Les fixations définitives sont celles du revêtement selon son Document Technique d'Application particulier, décrites au § 2.2.2.5 (cf. tableau 6).

2.4.4.5. 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 $L \leq \sqrt{R/50}$.

2.4.5. Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité synthétique monocouche doit être appliqué sur l'isolant sec, conformément au § 2.4.5.1.

Les prescriptions de performance selon les emplois figurent sur les tableaux 3 et 4.

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

2.4.6. Intervention des entreprises

Le stockage sur la toiture de matériaux et matériels appartenant à des entreprises autres que celles d'étanchéité est interdit. L'intervention d'autres entreprises sur la toiture pendant et après la réalisation des ouvrages d'étanchéité est également interdite.

2.5. Entretien

Les recommandations pour l'entretien des toitures-terrasses sont définies dans les annexes dédiées des NF DTU série 43.

2.6. Assistance technique

La Société ROCKWOOL France SAS est tenue d'apporter une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Centre de fabrication

La fabrication est effectuée dans les usines de :

- ROCKWOOL France Isolation, à Saint-Éloy-les-Mines (Puy de Dôme (63)),
- ROCKWOOL Peninsular SA, à Caparros (Espagne) ;

Les sites de fabrication sont certifiés ISO 9001 : 2015 et ISO 14001 : 2015.

2.7.2. 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.

2.7.3. 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 et du marquage CE.

L'autocontrôle porte notamment sur les points suivants :

- Sur chaîne de fabrication en continu :
 - poids, aspect ;
- 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. § 2.7.1) sont suivis par la Société ROCKWOOL France SAS

2.8. Détermination de la résistance thermique utile du système

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 (U_p).

Pour ce calcul, il faut prendre en compte notamment la résistance thermique utile des panneaux isolants donnée au tableau 2.

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.

Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture, bâtiment fermé et chauffé, à Lorient (56) (zone climatique H2) :	Résistances thermiques : avec $U_c = \frac{1}{\Sigma R}$
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	} 0,14 m ² .K/W
- élément porteur TAN pleines d'épaisseur 0,75 mm - panneaux Hardrock 2 Nu d'épaisseur 130 mm posés en double lits (1 000 × 1 200 mm) ($R_{\text{UTILE}} = 3,30 \times 2 = 6,60 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - étanchéité monocouche synthétique ép. 2 mm et pare-vapeur ($R_{\text{UTILE}} = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	} 6,61 m ² .K/W
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 $\Delta U_{\text{fixation}} = 0,04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.	
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}} = 0,15 + 0,04 = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats Expérimentaux

Essais réalisés par le Bureau Veritas :

- Rapport n° 1363596/1J₁ – essais de comportement en porte-à-faux (§ 2.9.5.2) 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 (§ 2.9.5.2) 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.

Essais réalisés par le LNE :

- Rapport de classement européen de réaction au feu n° P173812 (17 décembre 2018), valable pour les panneaux Hardrock 2 Nu, d'épaisseur 50 à 160 mm.

2.9.2. Références chantiers

Les panneaux Hardrock 2 Nu sont fabriqués dans l'usine de Saint-Eloy-les-Mines depuis mai 2007 et ont fait l'objet de plus de 2 millions de m² de chantiers de référence.

2.10. Annexes du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

2.10.1. Tableaux du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques du Hardrock 2 Nu

Caractéristiques	Spécifications	Unité	Norme de référence ou observations
Pondérales			
Masse volumique	≥ 157 (moyenne 170) ≥ 133 (moyenne 145)	kg/m ³	NF EN ISO 29470 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)		
Masse surfacique	Tableau 1bis		
Dimensionnelles			
Longueur × Largeur	1 200 × 1 000 ± 2 2 400 × 600 ± 2 2 400 × 1 200 ± 2	mm	NF EN 13162
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%	CS (10/Y)50 (Valeur minimale 50)	kPa	NF EN 13162
Contrainte de rupture en traction perpendiculaire aux faces	TR15 (mini : 15 ; moyenne : 25)	kPa	NF EN 13162 - Éprouvettes de 300 × 300 × e mm.
	≥ 7	kPa	Après traitement d'humidification 24 h à 70°C 100% HR suivi de 24 h à l'ambiance.
Tassement sous charge répartie 20 kPa	Classe B		Guide UEAtc
Hygrométrie			
Absorption d'eau :			Certificat ACERMI n° 06/015/415
- À court terme	WS (< 1,0)	kg/m ²	NF EN 13162
- À long terme	WL(P) (< 3,0)	kg/m ²	NF EN 13162
Réaction au feu			
Classement de réaction au feu	Euroclasse A1		Rapports de classement européen de réaction au feu n° P173812 (cf. § 2.9.1)
Thermique			
Résistance thermique utile Conductivité thermique utile	cf. tableau 2 0,039	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.		

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 – Résistances thermiques (selon le certificat ACERMI n° 06/015/415)

Épaisseur (mm)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
R (m ² .K/W)	1,25	1,35	1,50	1,65	1,75	1,90	2,05	2,10	2,30	2,40	2,55	2,65
Épaisseur (mm)	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	
R (m ² .K/W)	2,80	2,90	3,05	3,20	3,30	3,45	3,55	3,70	3,80	3,95	4,10	

Tableau 3 – Conditions d'emploi avec revêtement monocouche synthétique sous DTA fixé mécaniquement (1)

Élément porteur	Pente (%)	Toiture inaccessible (2)	Chemins de circulation ne conduisant pas à des zones techniques
Bois et à base de bois (selon NF DTU 43.4 et Avis Techniques)	(3)	I3 et selon DTA du revêtement	I4 et selon DTA du revêtement
Tôles d'Acier Nervurées (selon NF DTU 43.3 et Avis Techniques)	(3)		
<p>(1) Fixations Solides au Pas.</p> <p>(2) Ne sont pas visées les toitures inaccessibles avec revêtement d'étanchéité avec film souple photovoltaïque ou sous modules verriers photovoltaïques.</p> <p>(3) Pentés conformes aux NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4 en travaux neufs et au DTU 43.5 en réfections et ≤ 50% dans le cas des chemins de circulations.</p> <p>I : Classe FIT du revêtement d'étanchéité (Documents Techniques d'Application particuliers).</p>			

2.10.2. Figure du Dossier Technique

**Figure 1 - Marquage des panneaux isolant Hardrock 2 Nu**