

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/16-2502**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/11-2227

*Isolant thermique non
porteur support
d'étanchéité*

*Non-loadbearing insulation
as base for waterproofing*

DDP RT

Relevant de la norme

NF EN 13162

Titulaire et distributeur : Knauf Insulation Sprl
rue de Maestricht 95
BE-4600 Visé

Tél. : (32) 0800 90 52 36

Fax : (32) 0800 91 24 25

Internet : www.knaufinsulation.fr

Groupe Spécialisé n°5.2

Produits et Procédés d'étanchéité de toitures, parois enterrées et cuvelage

Publié le 2 juin 2016



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques et des Documents Techniques d'Application
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 5.2 « Produits et Procédés d'étanchéité de toitures, parois enterrées et cuvelage » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 14 mars 2016, le procédé DDP RT présenté par la Société Knauf Insulation Sprl. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé 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

Les panneaux DDP RT sont des panneaux isolants thermiques non porteurs en laine de roche nue. Ils sont utilisés comme support direct de revêtements d'étanchéité de toitures.

Les dimensions utiles sont :

- Longueur x largeur :
 - 1 200 x 900 mm pour l'usine de Queensferry ;
 - 1 200 x 1 000 mm pour l'usine de Saint Egidien.
- Epaisseurs allant de 40 à 180 mm ;
 - 40 à 180 mm pour l'usine de Queensferry ;
 - 40 à 160 mm pour l'usine de Saint Egidien.

Les panneaux peuvent être posés en :

- Un lit d'épaisseur maximale 180 mm ;
- Ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 260 mm.

Les panneaux s'emploient sur éléments porteurs :

- Maçonnerie, conformes aux normes NF P 10-203 (réf. DTU 20.12) et NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) ;
- Dalles de béton cellulaire bénéficiant d'un Avis Technique pour l'emploi en élément porteur d'isolation et d'étanchéité ;
- Tôles d'acier nervurées, conformes au NF DTU 43.3 P1-1 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable ;
- Bois et panneaux à base de bois, conformes à la norme NF DTU 43.4 P1-1 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable.

Ne sont pas revendiqués par ce Document Technique d'Application, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure (*Ohn*) > 70 mm (et ≤ 200 mm) du CPT commun (*e-Cahier du CSTB 3537_V2*).

Ces panneaux sont admis en tant que support direct de revêtements d'étanchéité de toiture-terrasse :

- Plates et inclinées ;
- Inaccessibles, y compris les chemins de circulation (hors zones techniques).

Les panneaux s'emploient comme support d'étanchéité :

- Soit en indépendance sous protection lourde meuble rapportée,
- Soit en semi-indépendance fixés mécaniquement sous revêtement apparent.

Pour des travaux établis en :

- Climat de plaine et de montagne;
- Travaux neufs ou en réfection selon la norme NF P 84-205 (réf. DTU 43.5).

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

1.2 Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), le produit DDP-RT fait l'objet d'une Déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant par la société Knauf Insulation Sprl sur la base de la norme NF EN 13162.

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

1.3 Identification

Les panneaux sont sous-colisés puis emballés sous film polyéthylène thermo-rétracté.

Chaque colis ou palette porte une étiquette précisant :

- la marque commerciale,
- les dimensions,
- la surface,
- la conductivité thermique et la résistance thermique déclarées,
- la réaction au feu (Euroclasse),

- l'usine de fabrication (Queensferry ou Saint-Egidien),
- la date de fabrication,
- le numéro du Document Technique d'Application,
- le marquage CE avec le numéro de la Déclaration de Performance,
- le logo,
- le numéro du certificat ACERMI,
- et le sens de pose pour les panneaux d'épaisseur ≤ 55 mm.

L'information « usine Knauf Insulation Sprl » figure sur les étiquettes des produits de l'usine de Queensferry (Pays de Galle), et « usine StE Knauf Insulation GmbH » pour ceux de Saint-Egidien (Allemagne).

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 satisfont 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.

Sécurité en cas de séisme

Selon la réglementation sismique définie par :

- Le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- L'arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

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.

Prévention des accidents et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

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 liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Équipements de Protection Individuelle (EPI). La DVDS est disponible sur demande auprès de la Société Knauf Insulation Sprl.

Données environnementales

Le produit DDP-RT ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit (procédé).

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 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.

Isolation thermique

L'arrêté du 26 octobre 2010 (Réglementation Thermique 2012) n'impose pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois. La transmission thermique surfacique des parois intervient comme donnée d'entrée dans le calcul du besoin bioclimatique (Bbio) et de la consommation globale du bâtiment pour lesquels l'arrêté fixe une exigence réglementaire. La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

Le *paragraphe 2.33* du Dossier Technique donne les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI pour l'année 2015. 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.

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.

Accessibilité de la toiture

Se reporter au paragraphe 1.1 de la partie AVIS.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé peut être employé dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 (Avril 2014) sur les éléments porteurs en maçonnerie, et dans les conditions prévues par le « Guide des toitures en climat de montagne » (cahier du CSTB 2267-2 de septembre 1988) pour les éléments porteurs en TAN et en panneaux à base de bois.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé d'isolation n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM).

2.22 Durabilité – entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé isolant DDP-RT est satisfaisante.

Entretien

Cf. normes P 84 série 200 (référence DTU série 43).

2.23 Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

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.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Supports en bois massif ou en panneaux à base de bois

La mise en œuvre du procédé sur un support 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 V 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.

2.32 Assistance technique

La société Knauf Insulation Sprl, distributeur en France du procédé, est tenue d'apporter une assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.33 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.
- L'usage de fixation mécanique est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ($\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$).
- Les attelages de fixations mécaniques doivent être solides au pas. Ces attelages 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. Les attelages répondant à la norme NF P 30-317 satisfont à cette condition.

2.34 Limitations

Intervention des autres 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 sur la toiture pendant et après la réalisation des ouvrages d'étanchéité est également interdite.

2.35 Cas de la réfection

Fixations mécaniques préalables des panneaux et définitives du revêtement d'étanchéité

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 :

- Béton de granulats courants ;
- Béton cellulaire autoclavé armé ;
- Bois et panneaux à base de bois conformément au *Cahier du CSTB 3564* de juin 2006.

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 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

Jusqu'au 31 mars 2021.

*Pour le Groupe Spécialisé n°5.2
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a) Les terrasses techniques et les 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) Le Groupe attire l'attention sur le sens de pose des panneaux DDP RT d'épaisseur ≤ 55 mm (cf. figure 1). Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, la ligne continue imprimée sur ces panneaux doit être parallèle aux nervures des TAN (le sens longueur des panneaux doit être parallèle aux nervures des TAN).

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°5.2

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Description du produit

Les panneaux DDP RT sont des panneaux isolants thermiques non porteurs en laine de roche nue. Ils sont utilisés comme support direct de revêtements d'étanchéité de toitures.

Les dimensions utiles sont :

- Longueur x largeur :
 - 1 200 x 900 mm pour l'usine de Queensferry ;
 - 1 200 x 1 000 mm pour l'usine de Saint Egidien.
- Epaisseurs allant de 40 à 180 mm ;
 - 40 à 180 mm pour l'usine de Queensferry ;
 - 40 à 160 mm pour l'usine de Saint Egidien.

Les panneaux peuvent être posés en :

- Un lit d'épaisseur maximale 180 mm ;
- Ou deux lits d'épaisseur totale maximale de 260 mm.

Les panneaux s'emploient sur éléments porteurs :

- Maçonnerie, conformes aux normes NF P 10-203 (réf. DTU 20.12) et NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) ;
- Dalles de béton cellulaire bénéficiant d'un Avis Technique pour l'emploi en élément porteur d'isolation et d'étanchéité ;
- Tôles d'acier nervurées, conformes au NF DTU 43.3 P1-1 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable ;
- Bois et panneaux à base de bois, conformes à la norme NF DTU 43.4 P1-1 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable.

Ne sont pas revendiqués par ce Document Technique d'Application, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure (Ohn) > 70 mm (et ≤ 200 mm) du CPT commun (*e-Cahier du CSTB 3537_V2*).

Ces panneaux sont admis en tant que support direct de revêtements d'étanchéité de toiture-terrasse :

- Plates et inclinées ;
- Inaccessibles, y compris les chemins de circulation (hors zones techniques).

Les panneaux s'emploient comme support d'étanchéité :

- Soit en indépendance sous protection lourde meuble rapportée,
- Soit en semi-indépendance fixés mécaniquement sous revêtement apparent.

Pour des travaux établis en :

- Climat de plaine et de montagne;
- Travaux neufs ou en réfection selon la norme NF P 84-205 (réf. DTU 43.5).

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

2. Description

2.1 Désignation commerciale

DDP RT

2.2 Définition du matériau

Le produit est constitué de fibres de roche diabase ensimées de résines phénoliques et est conforme à la norme NF EN 13162.

2.3 Caractéristiques du matériau

2.3.1 Spécifications du matériau

Les caractéristiques spécifiées sont précisées dans le *Tableau 1*, en fin de Dossier Technique.

2.3.2 Autres caractéristiques indicatives

Les caractéristiques indicatives sont données dans le *Tableau 2*, en fin de Dossier Technique.

2.3.3 Résistances thermiques

Le *Tableau 3* 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° 08/016/473 en cours de validité pour les épaisseurs comprises entre 40 et 180 mm. Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au certificat ACERMI en cours de validité.

À défaut d'un certificat valide, les résistances thermiques utiles de l'isolant seront calculées en prenant compte soit la conductivité thermique du fascicule 2/5 « Matériaux » des Règles Th-U en vigueur, soit la valeur tabulée par défaut de la conductivité thermique (λ_{DTU}), soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée (R_D).

2.4 Autres matériaux

2.4.1 Matériaux pour écrans pare-vapeur

- Conformes aux normes NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1), NF DTU 43.3, NF DTU 43.4.
- Dans le cas où l'élément porteur est constitué de dalles de béton cellulaire autoclavé, l'écran pare-vapeur doit être prescrit par l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé.
- Systèmes pare-vapeur décrits dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

L'écran pare-vapeur et son jointoiement sont définis par la norme NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43) de référence ou par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

En travaux de réfection, les anciens revêtements tels que enduits pâteux - ciment volcanique - membranes synthétiques nécessitent la pose d'un nouveau pare-vapeur, prescrit par la norme NF P 84-208 (DTU 43.5) ; cf. *Tableau 6*.

2.4.2 Accessoires de fixation

On utilise pour la fixation préalable des panneaux DDP RT :

- Les attelages de fixations mécaniques, éléments de liaison et plaquettes :
 - ceux prescrits par les NF DTU 43.3 P1-1 et NF DTU 43.4 P1-1, conformes à l'*e-Cahier du CSTB 3564* de juin 2006, de type solide au pas,
 - les attelages de fixations mécaniques solides au pas, éléments de liaison et plaquettes, prescrits par le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement avec une plaquette de surface correspondant à une plaquette de $\varnothing \geq 70$ mm selon l'*e-Cahier du CSTB 3564*.

Attelages solides au pas

Le terme « solide au pas » s'applique à un attelage composé d'un élément de liaison et d'une plaquette de répartition servant à assurer la fixation mécanique d'un isolant ou d'un revêtement d'étanchéité sur un support. Cet attelage est muni d'un dispositif permettant d'éviter, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison (par exemple vis) de la partie supérieure de la plaquette de répartition. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette caractéristique.

2.4.3 Matériaux d'étanchéité

On utilise les revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application lorsque la pose sur isolant en laine minérale nue est prévue.

Les attelages de fixations mécaniques du revêtement semi-indépendant sont de type solide au pas (cf. § 2.5).

Les exigences de résistance au poinçonnement renforcée en classe FIT « I3 » ou « I4 » figurent au *Tableau 4* en fin de Dossier Technique.

3. Fabrication du matériau

3.1 Centres de fabrication

La fabrication est effectuée dans les usines :

- Knauf Insulation UK, à Queensferry au Pays de Galles (40 mm \leq épaisseur \leq 180 mm),
- Knauf Insulation Operation GmbH, à Saint-Egidien en Allemagne (40 mm \leq épaisseur \leq 160 mm).

Ces sites de fabrication sont certifiés ISO 9001 et ISO 14001.

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 et la palettisation.

3.3 Contrôles de fabrication (nomenclature)

L'autocontrôle réalisé conformément à la norme NF EN 13162, fait l'objet d'un suivi dans le cadre du marquage CE, de la certification Acermi, de la certification EUCEB. Cet autocontrôle est suivi par le titulaire, c'est-à-dire la société Knauf Insulation Sprl.

L'autocontrôle porte notamment sur les points suivants :

- Sur chaîne de fabrication en continu :
 - température de fusion,
 - quantité de résine (l/h),
 - densité,
 - poids et aspects.
- Sur produits finis :
 - toutes les heures : épaisseur, longueur, largeur, équerrage, densité,
 - toutes les 3 heures : perte au feu,
 - toutes les 8 heures : compression à 10 % de déformation, traction perpendiculaire,
 - toutes les 24 heures : conductivité thermique,
 - toutes les semaines : absorption d'eau à court terme,
 - tous les mois : absorption d'eau à long terme,
 - réaction au feu : mesures indirectes toutes les 3 heures et mesure directe tous les 2 ans selon EN 13501-1.

4. Conditionnement – Marquage – Stockage

4.1 Conditionnement

Les panneaux sont sous-colisés puis emballés sous film polyéthylène thermo-rétracté.

La hauteur maxi des palettes de panneaux DDP RT est de 1,41 m, leur poids maxi étant de 562 kg.

La distribution en France est assurée depuis la Belgique par le titulaire.

4.2 Marquage

Chaque colis ou palette porte une étiquette précisant :

- la marque commerciale,
- les dimensions,
- la surface,
- la conductivité thermique et la résistance thermique déclarées,
- la réaction au feu (Euroclasse),
- l'usine de fabrication (Queensferry ou Saint-Egidien),
- la date de fabrication,
- le numéro du Document Technique d'Application,
- le marquage CE avec le numéro de la Déclaration de Performance,
- le logo,
- le numéro du certificat ACERMI,
- et le sens de pose pour les panneaux d'épaisseur \leq 55 mm.

4.3 Stockage

Se reporter au §5.31 1^{ère} puce.

5. Mise en œuvre

5.1 Généralités

Les panneaux DDP RT sont généralement fixés mécaniquement à l'élément porteur, ou par l'intermédiaire du pare-vapeur (lorsqu'il existe sur TAN).

Sauf indication contraire, les prescriptions de mise en œuvre de la norme NF P 84-série 200 (DTU série 43) s'appliquent.

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre :

- Soit en indépendance sous protection lourde meuble rapportée,
- Soit en semi-indépendance fixés mécaniquement sous revêtement apparent.

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

Sur tôle d'acier nervurée conforme à la norme NF DTU 43.3 et présentant une ouverture haute de nervure (Ohn) maximale de 70 mm, l'épaisseur minimale du panneau isolant est de 40 mm.

Les *Tableau 5 et 5 bis*, en fin de Dossier Technique, résumant les conditions d'emploi.

5.11 Prescriptions relatives aux éléments porteurs

Les éléments porteurs en maçonnerie sont conformes aux normes NF P 10-203 (réf. DTU 20.12) et NF P 84-204 (réf. DTU 43.1).

Sur les formes de pente en béton lourd ou léger, les voiles précontraints, les voiles minces préfabriqués, les corps creux avec ou sans chape de répartition, les planchers à chauffage intégré, les planchers comportant des distributions électriques noyées, les éléments porteurs de type D, ni l'isolant, ni le revêtement d'étanchéité ne peuvent être fixés mécaniquement.

Les éléments porteurs en béton cellulaire sont conformes à leurs Avis Technique particuliers.

Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées sont conformes au NF DTU 43.3 P1 ou à leurs Documents Technique d'Application particuliers.

Les éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois sont conformes au NF DTU 43.4 P1 ou à leurs Documents Techniques d'Application particuliers.

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

Ce sont d'anciens revêtements d'étanchéité en asphalte, de type multicouche avec bitume oxydé outravaux de réfection monocouche / bicouche avec bitume modifié, ou de type ciment volcanique - enduit pâteux et membrane synthétique, pouvant être fixés :

- soit sur les éléments porteurs décrits au § 5.11 du Dossier Technique,
- 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) ; *Tableau 6*.

5.2 Mise en œuvre du pare-vapeur

- Sur éléments porteurs en maçonnerie, on se conformera aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.
- Sur éléments porteurs en dalles de béton cellulaire, on se conformera aux prescriptions de son Avis Technique particulier ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.
- Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, on se conformera aux prescriptions du NF DTU 43.3 P1 ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.
- Sur éléments porteurs en bois et à base de bois, on se conformera aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1 ou à celles des Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.
- Sur anciens revêtements, on se conformera aux prescriptions de la norme NF P 84-208 (DTU 43.5) (*Tableau 6*).

5.3 Mise en œuvre des panneaux isolants

5.3.1 Généralités

- Les palettes non déhousées peuvent être stockées à l'extérieur pendant 1 mois environ. Les emballages doivent être ouverts à proximité du lieu de pose. Aucun panneau ne devra être utilisé s'il est humidifié dans son épaisseur. En cas de pluie, les panneaux devront être protégés d'une bâche ou, mieux, avoir été recouverts par la première couche d'étanchéité dès leur pose.
- Les panneaux sont disposés en quinconce, jointifs et préalablement fixés (soit posés libre, soit par fixations mécaniques) selon les dispositions définies ci-après.
- 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).
- Le procédé ne s'applique qu'aux :
 - Versants plans,
 - Versants courbes avec des panneaux de longueur :

$$L \leq 0,10 \sqrt{R} \text{ avec } R \text{ rayon de courbure du versant.}$$

5.3.2 Pose sous revêtement indépendants avec protection lourde meuble

5.3.2.1 Sur éléments porteur en tôles d'acier nervurées, pose en un seul lit

Pour les panneaux d'épaisseur ≤ 55 mm, la ligne continue imprimée sur les panneaux doit être parallèle aux nervures des TAN (le sens longueur des panneaux doit être parallèle aux nervures des TAN). Voir *figure 1*.

Pour les panneaux d'épaisseur ≥ 60 mm, la ligne continue des joints entre panneaux doit être perpendiculaire aux nervures.

L'isolant est fixé mécaniquement, on se conformera aux prescriptions du NF DTU 43.3 P1.

Dans le cas des tôles nervurées à plages perforées ou crevées, on se reportera aux prescriptions du NF DTU 43.3 P1. Ce cas est limité aux locaux dont l'hygrométrie est classée faible ou moyenne.

5.3.2.2 Sur éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois

On se reportera aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1 ou du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

5.3.2.3 Sur éléments porteurs en maçonnerie

La mise en œuvre doit être conforme aux prescriptions des normes NF P 84-204 (réf. DTU 43.1).

Les panneaux DDP RT peuvent être posés libres, en un seul lit, sous protection lourde jusqu'à une dépression due au vent de 3 927 Pa (selon les règles V 65 avec modificatif n° 4), sans limitation de surface à condition qu'une organisation spécifique de chantier permette de prévenir à tout moment, et en particulier en fin de journée, l'humidification de l'isolant.

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

5.3.2.4 Sur éléments porteurs en béton cellulaire autoclavé

La mise en œuvre doit être conforme à l'Avis Technique particulier des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé.

5.3.3 Pose sous revêtements fixés mécaniquement et apparents

- Sur versants plans, les panneaux sont fixés préalablement par 1 fixation par panneau. Les fixations définitives (solides au pas) sont celles du revêtement d'étanchéité, selon son Document Technique d'Application particulier.
- Sur versants courbes, on utilise des panneaux de longueur réduite $L \leq 0,10 \sqrt{R}$ avec R rayon de courbure du versant, en mètre. Les panneaux sont fixés préalablement par 4 fixations par panneau. Les fixations définitives (solides au pas) sont celles du revêtement, selon Document Technique d'Application particulier.

5.3.4 Cas particulier des isolations en deux lits

Les panneaux peuvent être employés en couches superposées, à joints décalés : leurs fixations reprennent les prescriptions de la norme NF P 84 série 200 concernée (réf. DTU série 43) et celles de l'Avis Technique des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé ».

Les panneaux du premier lit et du second lit reçoivent une fixation mécanique préalable chacun ; les panneaux du second lit sont posés, à joints décalés par rapport au premier lit.

5.4 Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

Le revêtement d'étanchéité doit être appliqué sur l'isolant sec, conformément au § 5.31.

Les prescriptions de performance de résistance à l'indentation « I », du classement FIT, selon les emplois figurent sur le *Tableau 4*.

Les revêtements sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application visant l'emploi sur la laine de roche nue.

Les revêtements d'étanchéité sont posés en indépendance toujours sous une protection lourde, ou fixés mécaniquement avec des attelages solides au pas. L'interposition d'un écran d'indépendance est cependant inutile sous revêtement indépendant ou fixé mécaniquement.

5.5 Protection meuble éventuelle de l'étanchéité

On se reportera aux prescriptions de la norme NF P 84 série 200 concernée (réf. DTU série 43), ou aux Documents Techniques d'Application correspondants.

6. Emploi en climat de montagne

Ce procédé peut être employé en partie courante dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 (Avril 2014) sur les éléments porteurs en maçonnerie, et dans les conditions prévues par le « Guide des toitures en climat de montagne » (*Cahier du CSTB 2267-2* de septembre 1988) pour les éléments porteurs en TAN et en panneaux à base de bois.

7. Détermination de la résistance thermique utile

Les modalités de calcul de « Up » ou coefficient de déperdition par transmission à travers la paroi-toiture sont données dans les Règles Th-bât / Th-U. Pour le calcul il faut prendre en compte la valeur $R_{\text{UTILÉ}}$ du panneau donnée au § 2.33 du Dossier Technique.

Les ponts thermiques intégrés courants doivent être pris en compte, conformément au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (*e-Cahier du CSTB 3688* de janvier 2011), les panneaux isolants DDP RT étant fixés mécaniquement, ainsi que ceux du revêtement d'étanchéité lorsqu'il est fixé mécaniquement :

$$U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}}$$

avec :

$$\Delta U_{\text{fixation}} = \frac{\sum \chi_{\text{fixation}}}{A} = \text{densité de fixation } (/m^2) \times \chi_{\text{fixation}}$$

dans laquelle :

- χ_{fixation} : coefficient ponctuel du pont thermique intégré, en W/K, fixé par le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3688 (janvier 2011), en fonction du diamètre des fixations :
- A : surface totale de la paroi, en m² ;
- Le coefficient majorateur $\Delta U_{\text{fixation}}$ calculé, en W/(m².K), doit être arrondi à deux chiffres après la virgule ; exemple : 0,006 × 8 → 0,05 ; 0,008 × 8 = 0,06.

Exemple d'un calcul thermique

Hypothèse de la construction de la toiture : bâtiment fermé et chauffé, situé à Rochefort-sur-Loire (49) (zone climatique H2)	avec $U_c = \frac{1}{\sum R}$
- toiture plane avec résistances superficielles ($R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	$\Rightarrow 0,140 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- élément porteur TAN pleine d'épaisseur 0,75 mm - deux lits de panneaux DDP RT en dimensions 1 200 x 1 000 mm et d'épaisseur 130 mm soit 260 mm ($R_{\text{TILE}} = 3,40 \times 2 = 6,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) - étanchéité bicouche bitumineuse fixée mécaniquement d'épaisseur 5 mm	$\left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array}} \right\} 6,822 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Fixations mécaniques $\varnothing 4,8 \text{ mm}$: - 1 fixation préalable du panneau isolant DDP RT du lit inférieur, - 1 fixation préalable du panneau isolant DDP RT du lit supérieur, - 4 fixations définitives du revêtement d'étanchéité, d'où un coefficient majorateur : $\Delta U_{\text{fixation}} = \text{nombre de fixation du lit inférieur} \times \chi_{\text{fixation}} \text{ du lit inférieur} +$ $\text{nombre de fixation du lit supérieur} \times \chi_{\text{fixation}} \text{ du lit supérieur} + \text{nombre}$ $\text{de fixation du revêtement d'étanchéité} \times \chi_{\text{fixation}} \text{ du revêtement}$ $\text{d'étanchéité, soit :}$ $\Delta U_{\text{fixation}} = (1/1,2) \times 0,000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) + (1/1,2) \times 0,006 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) + 4 \times$ $0,006 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,029 \text{ soit } 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$	
Le coefficient de transmission surfacique global de la toiture : $U_p = U_c + \Delta U_{\text{fixation}} = 0,14 + 0,03 = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

- RSET 08-26013413/B2 du 21 novembre 2008, identification - compression - traction perpendiculaire - classe de compressibilité (UEAtc),
- RSET 09-26018502 du 27 février 2009, identification - compression - classe de compressibilité (UEAtc) - traction perpendiculaire,
- RSET 10-26029434 du 09 décembre 2010, identification - compression - classe de compressibilité (UEAtc),
- R2EM-ETA-11-26032074 du 05 mai 2011, identification - compression - essai de comportement sous charge maintenue à 50 °C (ép. 160 mm).
- R2EM-ETA-11-26034890 du 18 octobre 2011, identification - compression - essai de comportement sous charge maintenue à 50 °C (ép. 260 mm).
- R2EM-ETA-11-26034384 du 20 septembre 2011, identification - compression - traction perpendiculaire état neuf / état vieilli - porte à faux (ép. 40 mm).
- Rapport d'essai du LNE, dossier H010997-DE/9 du 11 mars 2009, compression (NF EN 826) (ép.160 mm).
- Essais d'identification et d'aptitude à l'emploi selon Guide UEAtc, pour les panneaux DDP RT de Queensferry (Pays de Galles) :
 - Rapport d'essais du laboratoire APPLUS (Espagne) n° 14/9025-1582 :
 - Identification (ép. 40, 100, 160 & 180 mm) ;
 - Comportement sous charges statiques et températures élevées à 80°C (ép. 40, 180 & 100+160 mm) (UEAtc) ;
 - Comportement sous charges statiques concentrées sur les parties en porte à faux sous 700 N (ép. 100 & 180 mm) (Guide UEAtc) ;
 - Traction perpendiculaire état neuf / état vieilli (ép. 40, 100 & 180 mm (UEAtc) ;
 - Comportement sous charges maintenues en température à 50°C (ép. 100+160 mm) (UEAtc) ;

B. Résultats expérimentaux

- Certificat de conformité CE du FIW (Munich), numéro :
 - 0086-CPR-466628 pour l'usine de Queensferry,
 - K1-0751-CPD-071.0-01-06/10 pour l'usine de Saint-Egidien.
- Rapport européen de réaction au feu :
 - pour les panneaux de l'usine de Queensferry : n° KIQFEWI/PW de EXOVA Warringtonfire, Midlothian EH28 8PL United Kingdom du 1^{er} juillet 2013, euroclasse A1,
 - pour les panneaux de l'usine de Saint-Egidien : n° KB-Hoch-110181-2 de Prüfinstitut Hoch, DE-97650 Fladungen du 06 juillet 2011, Euroclasse A1.
- Essais d'identification et d'aptitude à l'emploi selon Guide UEAtc, pour les panneaux Termotoit RT / DDP RT de Saint-Egidien (Allemagne) :
 - Rapports d'essais du CSTB :
 - RSET 08-26013413/B1-2 du 17 novembre 2008, identification - porte-à-faux,

C. Références

C1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Le procédé DDP RT ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale individuelle.

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.

C2. Références de chantiers

L'usine de Saint-Egidien fabrique des panneaux de laine de roche depuis 1975.

Plus de 1 million de mètres carrés de panneaux objet du Document Technique d'Application Termotoit RT/ DDP RT ont été posés en France depuis 2008.

En juillet 2010, le procédé Termotoit RT a changé de dénomination commerciale en DDP RT.

(1) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

Tableaux du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques spécifiées du DDP RT

Caractéristiques	Spécifications	Unité	Normes de référence ou observations
Pondérales Masse volumique à sec : - 40 mm ≤ épaisseur ≤ 45 mm - 50 mm ≤ épaisseur ≤ 55 mm - 60 mm ≤ épaisseur ≤ 95 mm - 100 mm ≤ épaisseur ≤ 160 mm - 165 mm ≤ épaisseur ≤ 180 (*) mm	≥ 160 (moyenne 170) ≥ 150 (moyenne 160) ≥ 125 (moyenne 135) ≥ 120 (moyenne 130) ≥ 130 (moyenne 140)	kg/m ³ kg/m ³ kg/m ³ kg/m ³ kg/m ³	NF EN 1602
Dimensionnelles Longueur Largeur (usine de Queensferry) Largeur (usine de Saint Egidien) Épaisseurs (1) (au pas de 5 mm) Défaut d'équerrage Planéité	1 200 ± 2 900 ± 2 1 000 ± 2 40 à 180 (*) -1 +3 ≤ 3 ≤ 1	mm mm mm mm mm/m mm	NF EN 822 NF EN 822 NF EN 822 NF EN 823 NF EN 824 NF EN 825
Mécaniques Contrainte à 10 % de déformation en compression Contrainte de rupture en traction perpendiculaire Tassement sous charge répartie 20 kPa à 80 °C	≥ 50 ≥ 10 ≥ 5 Classe B	kPa kPa kPa	NF EN 826 CS(10/Y)50 NF EN 1607 Après traitement d'humidification 24 h à 70 °C et 95 %HR suivi de 24 h à l'ambiance Guide technique UEAtc (février 1993)
Absorption d'eau à long terme	1	kg/m ²	EN 12087 en immersion partielle (W _{1p}) (moyenne)
Hygrothermiques - conductivité thermique utile (λ _{UTILE}) : ▪ 40 mm ≤ épaisseur ≤ 45 mm ▪ 50 mm ≤ épaisseur ≤ 180 (*) mm - résistance thermique utile (R _{UTILE}) :	0,039 0,038 cf. tableau 3	W/(m.K) W/(m.K) (m ² .K)/W	Certificat ACERMI n° 08/016/473
Réaction au feu Euroclasse, usines : - Queensferry (Pays de Galles) - Saint-Egidien (Saxe)	A1 A1		(1) (2)
(*) Epaisseur de 165 à 180 mm uniquement pour l'usine de Queensferry			
Pour mémoire : 1 kPa = 100 daN/m ²			
(1) Rapport d'essais européen EXOVA Warringtonfire (cf. § B du Dossier Technique).			
(2) Rapport d'essais européen du Prüfinstitut Hoch (cf. § B du Dossier Technique).			

Tableau 2 – Caractéristiques indicatives du DDP RT

Caractéristiques	Valeur	Unité	Conditions d'essai
Stabilité dimensionnelle Coefficient de dilatation thermique utile Déformation résiduelle à 20 °C Variation dimensionnelle à stabilisation en ambiance	2 10 ⁻⁶ négligeable < 0,01	°C ⁻¹ % %	Après stabilisation à 70 °C Entre 65 %HR et 80 %HR
Stabilité Gonflement à l'humidité Absorption d'eau en immersion à court terme	< 5 (moyenne 2) 0,3 (moyenne)	% kg/m ²	Guide UEAtc : - maintenues 15 min 100 °C 95 %HR, puis refroidies à l'ambiance - EN 1609.
Mécanique Charge ponctuelle sur panneau de laine de roche pour une épaisseur de 260 mm	17,5	kPa	(1)
(1) Charges déterminées à partir de l'essai de comportement sous charge maintenue à 50 °C (cf. § B) pour une déformation de 2 mm maxi.			

Tableau 3 – Résistance thermique utile des panneaux DDP RT, selon le Certificat ACERMI n° 08/016/473

Épaisseur	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
R_{UTILE}	1,00	1,15	1,30	1,40	1,55	1,70	1,80	1,95	2,10	2,20	2,35	2,50	2,60
Épaisseur	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165 (*)
R_{UTILE}	2,75	2,85	3,00	3,15	3,25	3,40	3,55	3,65	3,80	3,90	4,05	4,20	4,30 (*)
Épaisseur	170 (*)	175 (*)	180 (*)										
R_{UTILE}	4,45 (*)	4,60 (*)	4,70 (*)										
Épaisseur en millimètre (mm)										Résistance thermique utile (R _{UTILE}) en (m ² .K/W)			
(*) Uniquement pour l'usine de Queensferry													

Tableau 4 – Conditions d'emploi des revêtements d'étanchéité en toitures inaccessibles, et en chemins de circulation (hors zones techniques), en climat de plaine (1)

Élément porteur	Pente (%)	Protection meuble Revêtement indépendant sous DTA	Autoprotection Revêtement sous DTA fixé mécaniquement (2)	
Maçonnerie	1 à 5	Classe FIT : I4	L3 (3) si bicouche L4 si monocouche et selon le DTA du revêtement	
	> 5			
Béton cellulaire	1 à 5	Classe FIT : I4		
	> 5			
Tôles d'acier nervurées	(4) et ≤ 5	Classe FIT : I3 si bicouche I4 si monocouche		
	> 5			
Bois et panneaux à base de bois	(4) et ≤ 5	Classe FIT : I3 si bicouche I4 si monocouche		
	> 5			
R _{UTILE} : Résistance thermique utile de la couche isolante				Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.
(1) Chemins de circulation conformes aux NF DTU de la série 43 ou au Document Technique d'Application du revêtement ; pente ≤ 50 %.				
(2) Avec des attelages solides au pas (§ 2.6).				
(3) Pour les chemins de circulation, une sous-classe « L4 » est requise.				
(4) Pentés conformes aux NF DTU 43.3 P1-1 et NF DTU 43.4 P1-1 en travaux neufs et à la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5) en réfections.				

Tableau 5 – Isolation en un seul lit - Mode de fixation des panneaux DDP RT

Élément porteur	Mode de pose du revêtement d'étanchéité	Mode de pose des panneaux DDP RT
Maçonnerie et béton cellulaire autoclavé armé	Indépendant sous protection lourde	- libre (1) - 1 fixation préalable (solide au pas)
	Apparent fixé mécaniquement	- fixation(s) préalable(s) (solide au pas) (2)
Bois et panneaux à base de bois	Indépendant sous protection lourde	- 1 fixation préalable (solide au pas)
	Apparent fixé mécaniquement	- fixation(s) préalable(s) (solide au pas) (2)
Tôle d'acier nervurée conforme au NF DTU 43.3 et Avis Techniques	Indépendant sous protection lourde	- 1 fixation préalable (solide au pas)
	Apparent fixé mécaniquement	- fixation(s) préalable(s) (solide au pas) (2)
(1) Pour une dépression au vent extrême d'au plus 3 927 Pa selon les Règles NV 65 modifiées.		
(2) Dans le cas où le panneau DDP RT n'est pas intéressé par les lignes de fixation du revêtement d'étanchéité : 2 fixations préalables.		

Tableau 5 bis – Isolation en deux lits - Mode de fixation des panneaux DDP RT

Élément porteur	Mode de pose du revêtement d'étanchéité	Mode de pose du panneau DDP RT	
		Lit inférieur	Lit supérieur
Maçonnerie et béton cellulaire autoclavé armé	Indépendant sous protection lourde	Libre ou 1 fixation préalable (solide au pas)	1 fixation préalable (solide au pas)
	Apparent fixé mécaniquement	1 fixation préalable (solide au pas)	1 fixation préalable (solide au pas) (1)
Bois et panneaux à base de bois	Indépendant sous protection lourde	1 fixation préalable (solide au pas)	1 fixation préalable (solide au pas)
	Apparent fixé mécaniquement	1 fixation préalable (solide au pas)	1 fixation préalable (solide au pas) (1)
Tôle d'acier nervurée conforme au NF DTU 43.3 et Avis Techniques	Indépendant sous protection lourde	1 fixation préalable (solide au pas)	1 fixation préalable (solide au pas)
	Apparent fixé mécaniquement	1 fixation préalable (solide au pas)	1 fixation préalable (solide au pas) (1)

(1) Dans le cas où le panneau DDP RT n'est pas intéressé par les lignes de fixation du revêtement d'étanchéité : 2 fixations préalables.

Tableau 6 – Liaisonnement des panneaux DDP RT en travaux de réfections

Anciens revêtements (1)	Mode de liaisonnement des panneaux DDP RT		
	Sous protection meuble	En système apparent (4)	
	Pose libre	Fixations avec nouveau pare-vapeur	mécaniques (5) sans nouveau pare-vapeur
Asphalte apparent	OUI	OUI	OUI
Bitumineux indépendants	OUI	OUI	OUI
Bitumineux semi-indépendants	OUI	OUI	OUI
Bitumineux adhérents	OUI	OUI	OUI
Ciment volcanique, enduit pâteux	OUI (2)	OUI	
Membrane synthétique	OUI (3)	OUI	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Anciens revêtements conservés selon la norme NF P 84-208 (DTU 43.5) (§ 5.3).
(2) Nouveau pare-vapeur obligatoire.
(3) Nouveau pare-vapeur obligatoire, sauf sur TAN pleines sur locaux dont l'hygrométrie est classée faible ou moyenne.
(4) Nouveau revêtement avec des attelages de fixations mécaniques solides au pas (§ 2.6).
(5) Liaisonnement des panneaux DDP RT avec des attelages de fixations mécaniques solides au pas (§ 2.5).

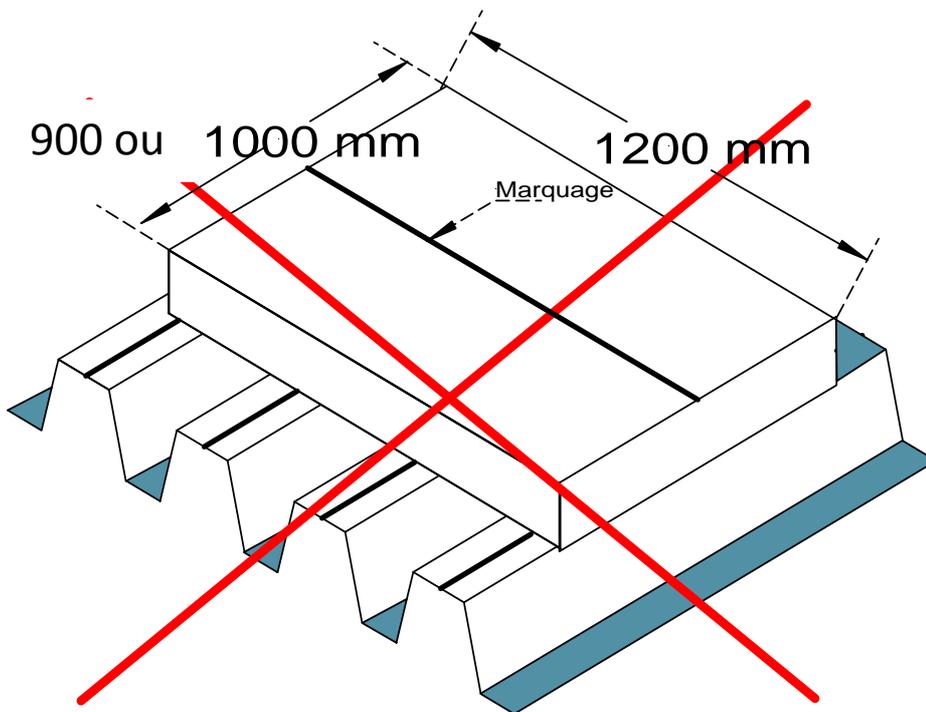
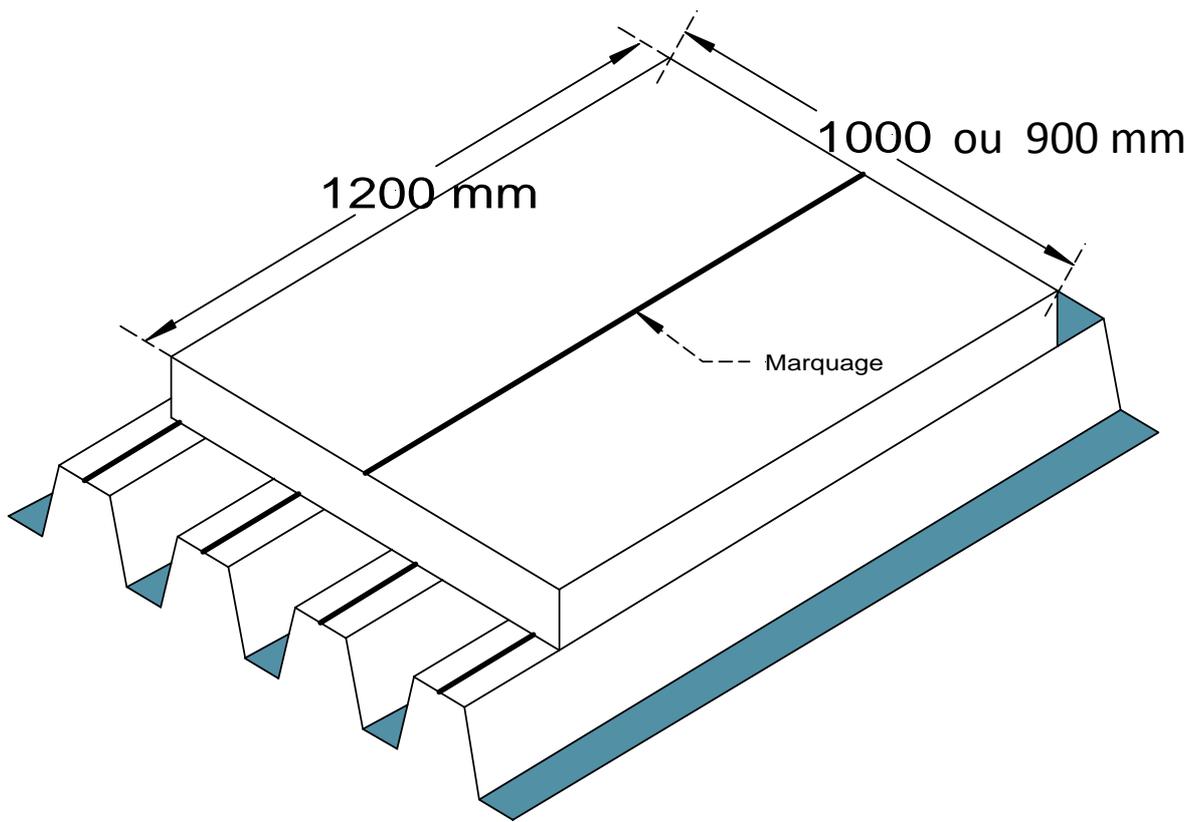


Figure 1 – Mise en œuvre des panneaux DDP RT d'épaisseur ≤ 55 mm sur TAN