



Union européenne pour l'agrément technique
dans la construction

europäische union für das agrément
im bauwesen

European union of agrément

Guide technique UEAtc⁽¹⁾ pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées

Ce e-Cahier est une reprise du document paru en juin 1993 dans les Cahiers du CSTB, cahier 2662, livraison 340. Le contenu de ce Guide technique UEAtc de février 1993 n'a subi aucune modification.

1. Se substitue à l'ancienne dénomination « Directive UEAtc »



Acteur public indépendant, au service de l'innovation dans le bâtiment, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) exerce quatre activités clés - recherche, expertise, évaluation, diffusion des connaissances - qui lui permettent de répondre aux objectifs du développement durable pour les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes. Le CSTB contribue de manière essentielle à la qualité et à la sécurité de la construction durable grâce aux compétences de ses 850 collaborateurs, de ses filiales et de ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2010

Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées

SOMMAIRE

| | | | |
|---|---|---|----|
| Objet | 3 | Titre 4 - Modalités d'essais | 9 |
| Titre 1 - Classifications et terminologie | 3 | 4.0 Généralités | 9 |
| 1.1 Critères de classification | 3 | 4.1 Essai de tenue au vent..... | 9 |
| 1.2 Caractéristiques des couches..... | 3 | 4.2 Comportement au feu | 11 |
| Titre 2 - Règles de qualité | 4 | 4.3 Comportement aux variations de la température..... | 11 |
| 2.1 Règles relatives à la sécurité..... | 4 | 4.4 Essais de comportement à l'eau..... | 14 |
| 2.2 Règles relatives à l'habitabilité | 4 | 4.5 Essais de comportement sous sollicitations mécaniques | 15 |
| 2.3 Règles relatives à la durabilité..... | 4 | 4.6 Essais relatifs aux caractéristiques géométriques, physiques et mécaniques | 17 |
| 2.4 Règles relatives à l'emballage et à l'étiquetage..... | 6 | Titre 5 - Contrôle de qualité | 17 |
| 2.5 Règles relatives au stockage en usine, au transport et au stockage sur chantier..... | 6 | 5.0 Généralités | 17 |
| 2.6 Règles relatives à la mise en œuvre..... | 6 | 5.1 Réception des matières premières et constituants..... | 17 |
| Titre 3 - Exigences relatives aux isolants supports | 7 | 5.2 Contrôle sur ligne | 17 |
| 3.0 Introduction | 7 | 5.3 Contrôles sur produits finis..... | 17 |
| 3.1 Résistance à l'action du vent | 7 | 5.4 Enregistrement et archivage des résultats | 18 |
| 3.2 Comportement au feu | 7 | 5.5 Surveillance de l'autocontrôle par un organisme indépendant | 18 |
| 3.3 Comportement sous les variations de la température..... | 7 | 5.6 Caractéristiques contrôlées..... | 18 |
| 3.4 Comportement sous l'action de l'eau | 8 | Titre 6 - Contenu de l'Agrément | 18 |
| 3.5 Comportement sous l'action des sollicitations mécaniques..... | 8 | 6.1 Destination de l'isolant..... | 18 |
| 3.6 Tolérances relatives aux dimensions et à la forme des panneaux isolants | 9 | 6.2 Description de l'isolant support..... | 18 |
| | | 6.3 Nomenclature des caractéristiques spécifiées.. | 18 |
| | | 6.4 Description des autres produits du système | 19 |
| | | 6.5 Autres caractéristiques..... | 19 |
| | | 6.6 Nomenclature des contrôles de fabrication | 19 |
| | | 6.7 Mise en œuvre | 19 |
| | | Annexe 1 | 20 |
| | | Annexe 2 | 20 |

Le présent document a été élaboré en commun par les Instituts Membres de l'UEAtc ci-après :

- the **British Board of Agrément** (BBA) (Watford), représentant le Royaume-Uni,
- le **Stichting Bouwkwaliiteit** (SBK) (Rijswijk), représentant les Pays-Bas,
- le **Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung** (BAM) (Berlin), représentant l'Allemagne,
- le **Centre Scientifique et Technique du Bâtiment** (CSTB) (Paris), représentant la France,
- le **Statens Byggeforskningsinstitut** (SBI) (Hørsholm), représentant le Danemark,
- le **Forschungsgesellschaft für Wohnen, Bauen und Planen** (FGW) (Vienne), représentant l'Autriche,
- l'**Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja** (ICCET) (Madrid), représentant l'Espagne,
- l'**Instituto Centrale per l'Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia** (ICITE) (Milan), représentant l'Italie,
- le **Laboratorio Nacional de Engenharia Civil** (LNEC) (Lisbonne), représentant le Portugal,
- l'**Union Belge pour l'Agrément technique dans la construction** (UBAtc) (Bruxelles), représentant la Belgique,
- le **Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus** (VTT) (Helsinki), représentant la Finlande,
- le **Boverket** (Karlskrona), représentant la Suède,
- l'**Institut norvégien de recherche du bâtiment** (NBI) (Oslo), représentant la Norvège,
- l'**IAB** (Dublin), représentant l'Irlande.

L'Institut danois de recherche du bâtiment en a été le rapporteur.

Conformément aux statuts de l'UEAtc et à son règlement interne, chaque Institut membre applique les procédures ci-après pour la délivrance dans son pays d'agrément reconnus équivalents par les autres membres.

Le présent Guide remplace les « Directives UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées » en date de septembre 1981.

Ce guide UEAtc a été publié pour la première fois en juin 1993. La présente traduction conserve les références normatives d'origine qui n'ont donc pas été actualisées.

Titre 0 - Objet

Le présent Guide porte sur les systèmes isolants homogènes ou hétérogènes manufacturés non porteurs :

- constitués par une ou plusieurs couches thermiquement isolantes comportant éventuellement d'autres couches non isolantes (écran pare-vapeur, couche de diffusion, couche de séparation) ;
- susceptibles d'être appliqués sur des éléments porteurs continus ou discontinus sur lesquels ils sont soit librement posés, soit fixés au moyen de fixations mécaniques, au moyen de colles, ou de manière mixte ;
- assurant le support continu d'un revêtement d'étanchéité, après préparation éventuelle de la surface ou des joints.

Ces systèmes sont destinés à assurer l'isolation thermique des toitures plates ou inclinées et présentent les caractéristiques mécaniques requises en fonction de l'accessibilité des toitures et de la résistance au soulèvement dû au vent.

Les caractéristiques d'isolation thermique de l'isolant ne sont pas traitées dans le présent document (mais cf. § 2.221).

Sauf mention expresse, l'agrément des isolants supports s'applique à leur emploi sous les revêtements de type bitumineux ou synthétique par lés manufacturés. La constitution de ces revêtements sera précisée dans l'agrément.

Titre 1 - Classifications et terminologie

Les systèmes isolants sont évalués en fonction des toitures auxquelles ils sont destinés et des matériaux constituant la couche isolante.

On classe les toitures en fonction des critères définis ci-après :

1.1 Critères de classification

1.11 Suivant l'accessibilité

- a) Toitures dont l'accès aux fins d'entretien demande des équipements spéciaux.
- b) Toitures accessibles uniquement pour l'entretien de la toiture.
- c) Toitures accessibles pour l'entretien fréquent d'équipements installés sur la toiture.
- d) Toitures accessibles aux piétons.
- e) Toitures accessibles aux véhicules légers.
- f) Toitures accessibles aux véhicules lourds.
- g) Toitures-jardins, etc.

Nota : l'agrément précisera les exigences spécifiques aux toitures accessibles aux véhicules, et aux toitures-jardins.

1.12 Suivant la pente

(Rappel du Guide Technique UEAtc relatif aux revêtements d'étanchéité)

Classe I Toitures (y compris les toitures sous protection lourde) sur lesquelles des retenues d'eau sont admises.

Classe II Toitures (y compris les toitures sous protection lourde) permettant l'écoulement de l'eau.

Classe III Toitures permettant l'écoulement de l'eau et dont la pente est telle qu'elle ne permet pas la protection lourde.

1.13 Suivant le type d'élément porteur

On distingue les types suivants d'éléments porteurs :

- à surface continue ou discontinue ;
- à surface rigide ou flexible ;
- étanche à l'air ou perméable à l'air.

On entend par « perméable à l'air » la possibilité qu'un passage d'air dû à l'action du vent au travers de l'élément porteur exerce une pression sur la couche isolante.

Une dalle en béton monolithique est donc considérée comme continue, rigide et étanche à l'air ; une tôle métallique nervurée comme discontinue, flexible et perméable à l'air.

1.14 Suivant le mode de fixation de l'isolant à l'élément porteur

- a) Par adhérence totale à l'aide de colle.
- b) Par adhérence partielle à l'aide de colle.
- c) Par fixation directe à l'aide de fixations mécaniques.
- d) Par fixation indirecte à l'aide de fixations mécaniques au travers de la première couche d'étanchéité.
- e) En pose libre avec lestage.
- f) Par fixation mixte (fixation mécanique + adhérence).

1.15 Suivant le mode de liaisonnement de l'étanchéité

- a) Par adhérence totale à l'aide de colle.
- b) Par adhérence partielle à l'aide de colle.
- c) Par fixation mécanique.
- d) En pose libre avec lestage.

On classe les couches isolantes en fonction des caractéristiques suivantes.

1.2 Caractéristiques des couches

1.21 En fonction de la nature chimique de l'isolant support

(Nomenclature non limitative)

- a) Plastique alvéolaire (rigide)
 - Polystyrène expansé (EPS).
 - Polystyrène expansé extrudé (XPS).
 - Polyuréthane/polyisocyanurate (PUR/PIR).
 - Mousse phénolique (PF).
- b) Composants végétaux
 - Liège (ICB).
- c) Composants minéraux
 - Perlite expansée fibrée (EPB).
 - Laine minérale (MW).
 - Laine de verre (MW).
 - Verre cellulaire (CG).

1.22 En fonction de la constitution de l'isolant support

- Monocouche ou multicouche d'isolant homogène préassemblé en usine.
- Panneaux isolants composites préassemblés en usine.
- Multicouche d'isolant homogène ou hétérogène assemblé sur chantier.

1.23 Présentation des panneaux

- Parementés.
- Biseautés.
- Bords rainurés.

Titre 2 - Règles de qualité

Règles fondamentales de qualité découlant des exigences :

- de sécurité ;
- d'habitabilité ;
- de durabilité.

2.1 Règles relatives à la sécurité

2.11 Résistance à l'action du vent

Le système isolant, le revêtement d'étanchéité, et la protection susceptible d'y être associée ne doivent présenter aucun risque lorsque soumis à des efforts répétés et fluctuants dus au vent. Les pressions à prendre en compte sont données par les règlements nationaux. Elles varient suivant les régions, la situation et la hauteur des ouvrages.

2.12 Comportement au feu

La toiture dans son ensemble doit satisfaire aux règlements nationaux concernant le comportement au feu. En général, ces règlements imposent des limites à la propagation de la flamme en surface extérieure ou intérieure, à la pénétration du feu et, dans certains cas, à l'inflammabilité de la surface extérieure ou intérieure. Le comportement au feu de chaque toiture dépend du revêtement d'étanchéité et de sa protection, du support et de la pente du toit.

L'agrément précisera les caractéristiques utiles du système isolant au regard de la réglementation nationale.

2.2 Règles relatives à l'habitabilité

(Concernent tant l'occupation des locaux sous-jacents que l'utilisation de la toiture.)

2.21 Étanchéité à l'eau

Le système isolant ne doit pas compromettre l'efficacité du revêtement d'étanchéité.

2.22 Comportement hygrothermique

2.221 Isolation thermique

Le coefficient global de transmission thermique (grandeur K) ou la résistance thermique (R) de la toiture doivent correspondre aux règlements nationaux en vigueur et pouvoir être évalués à l'aide des méthodes courantes ou par des mesures appropriées.

L'agrément précisera les valeurs utiles de conductivité thermique ou de résistance thermique des matériaux isolants utilisés, compte tenu des variations de la qualité du matériau, de la perte possible d'agents gonflants et du taux d'humidité probable⁽¹⁾.

2.222 Prévention de la condensation

La constitution de la toiture (matériaux de construction, disposition des couches) doit être prévue de façon à éviter toute condensation nuisible, interstitielle ou en sous-face de l'ouvrage⁽²⁾.

Une condensation en sous-face n'est pas nuisible si elle n'est que passagère, tout en restant invisible, et si elle n'entraîne pas une diminution de l'efficacité de l'isolation thermique. En outre, elle ne doit pas conduire à la formation de moisissures.

La condensation interstitielle doit rester suffisamment faible pour ne pas compromettre l'isolation thermique ou la durabilité de la toiture.

Ces conditions peuvent être satisfaites par l'installation d'un pare-vapeur suffisant du côté chaud de l'isolation thermique.

Dans le cas où aucun pare-vapeur n'est prévu, on doit justifier que les exigences suivantes sont satisfaites :

- la condensation se produisant durant un cycle annuel doit se dissiper durant la même année : en d'autres termes, la condensation générée en hiver doit s'évaporer en été ;
- les matériaux de construction, notamment l'isolant, en contact avec l'eau ne doivent pas être détériorés de ce fait (par exemple par corrosion des métaux, gonflement des matériaux à base de bois, pourrissement ou cloquage de l'étanchéité, altération de la liaison étanchéité-isolant).

2.3 Règles relatives à la durabilité

2.30 Généralités

Premier objectif recherché, une compatibilité du système isolant avec l'étanchéité telle que la durée de vie prévisible du revêtement d'étanchéité ne soit pas sensiblement différente de celle prévisible sur un support plus traditionnel (par exemple, une dalle de béton pleine).

Deuxième objectif recherché, que l'isolant conserve son efficacité pendant une durée de temps suffisante. Les exigences contenues dans le présent Guide sont conçues pour assurer une durée de vie prévisible d'environ trente ans.

1. Le « taux d'humidité probable » est celui qui n'est généralement pas dépassé dans les matériaux de construction de bâtiments bien construits suffisamment séchés.

2. La condensation interstitielle est celle qui se produit à l'intérieur ou entre les couches constituant une toiture. La condensation en sous-face est celle qui se produit en sous-face de l'ouvrage toiture.

Les actions à prendre en compte sont celles découlant des agents suivants :

- température ;
- eau ;
- sollicitations mécaniques ;
- agents biologiques ;
- agents chimiques.

2.31 Effets de la température

2.311 Température de service à prendre en compte

- Pour la surface de l'isolant en contact avec l'étanchéité : entre + 80 °C et - 20 °C ⁽³⁾.

Cette plage peut être ramenée à + 60 °C et - 20 °C si le système isolant ne peut être utilisé que sous protection lourde.

- Pour la surface de l'isolant en contact avec l'élément porteur : normalement 23 °C.

On doit néanmoins tenir compte de l'effet possible de températures de service différentes (+ 5 °C dans le cas de toitures ordinaires, jusqu'à + 40 °C dans le cas de toitures au-dessus de plafonds chauffés).

2.312 Effets des variations de température sur le système isolant

Les déformations que l'isolant est susceptible de subir sous l'effet des variations de température analysées au paragraphe 2.311 ne doivent pas induire des contraintes susceptibles d'entraîner :

- rupture et/ou décollement de l'isolant support s'il est prévu collé ;
- rupture du revêtement d'étanchéité et décollement de celui-ci, s'il est prévu collé.

On distingue, à cet égard :

- les déformations à caractère irréversible dans le plan de l'isolant (retrait, par exemple) ;
- les déformations alternées de l'isolant dans son plan (contraction et dilatation, par exemple) ;
- les déformations par incurvation de l'isolant sous les effets d'un gradient thermique entre faces d'isolant.

Il convient de signaler que la diminution d'épaisseur sous chargement réparti est fonction de la température. Cet aspect est traité au paragraphe 2.33 « Effet des sollicitations mécaniques ».

Les variations de température analysées au paragraphe 2.311 ne doivent pas entraîner une dégradation du revêtement d'étanchéité ; il convient tout particulièrement de considérer le risque de vieillissement accéléré.

2.32 Effets de l'eau

2.321 L'eau se trouvant dans le système isolant peut avoir plusieurs origines :

- le procédé de fabrication ;
- des pluies lors de la mise en œuvre ;
- la condensation.

L'eau peut avoir plusieurs actions :

- diminution de la résistance thermique de l'isolant ;
- variation dimensionnelle de l'isolant consécutive à l'absorption d'eau et au séchage (retrait, gonflement, incurvation) ;

- altération des caractéristiques mécaniques de l'isolant et des matériaux adjacents (cf. § 3.42).

2.322 Effets de l'eau sur le système isolant

Les déformations que l'isolant support est susceptible de subir sous l'effet d'une humidification ne doivent pas induire des contraintes dommageables au revêtement d'étanchéité (rupture par exemple).

Les caractéristiques mécaniques et thermiques de l'isolant support peuvent être affectées modérément par une humidification ; mais elles doivent être restaurées à un niveau suffisant après resséchage.

2.33 Effets des sollicitations mécaniques

L'isolant support doit présenter des caractéristiques telles que l'étanchéité du revêtement restera assurée sous l'effet des sollicitations mécaniques extérieures de courte et longue durée induites par :

- les charges statiques réparties (cf. § 3.51) ;
- les charges statiques concentrées (cf. § 3.52 et 3.53).

L'effet des charges statiques réparties est particulièrement important aux points singuliers de la toiture (relevés, etc.). Il faut donc tenir compte de la destination de la toiture.

Des tassements plus importants peuvent être tolérés si des dispositions constructives sont prises à cet égard dans l'étude de la toiture.

Les charges de longue durée (y compris les charges localisées) ont pour effet d'accroître le frottement entre le revêtement d'étanchéité et l'isolant support et, de ce fait, d'augmenter les contraintes induites dans le revêtement par les mouvements des supports.

L'isolant doit présenter les caractéristiques mécaniques permettant d'éviter la dégradation du revêtement d'étanchéité sous l'effet des charges statiques réparties ou concentrées.

2.34 Action des agents biologiques

L'isolant ne doit pas être endommagé par les agents biologiques. Pour les isolants qui sont normalement à l'abri de l'humidité, l'action de ces agents n'est généralement pas considérée.

2.35 Agents chimiques (compatibilité)

Il y a lieu de considérer l'interaction chimique susceptible de se manifester entre les éléments suivants constitutifs de la toiture :

- entre isolant et élément porteur ;
- entre isolant et pare-vapeur ;
- entre lits d'isolants (et leurs éléments de liaisonnement) ;
- entre isolant et revêtement d'étanchéité ;
- entre isolant et les éléments de liaisonnement à l'élément porteur et/ou au revêtement d'étanchéité (colles ou fixations mécaniques).

Les méthodes d'appréciation sont à choisir par l'Institut après consultations appropriées.

3. Dans certains pays, il y a lieu de prendre en compte une température plus basse, soit - 40 °C.

Règles de qualité complémentaires

Ces règles portent sur :

- l'emballage et l'étiquetage ;
- le stockage, le transport et la manutention ;
- la mise en œuvre.

2.4 Règles relatives à l'emballage et à l'étiquetage

L'emballage des panneaux isolants doit répondre aux exigences de transport, manutention et stockage (cf. § 2.5 et 2.6).

Chaque emballage comportera une étiquette indiquant, au moins :

- le nom du fabricant et/ou du fournisseur ;
- le code de l'usine de fabrication, si nécessaire ;
- la nature chimique du produit, par référence au paragraphe 1.6 ;
- la dénomination commerciale du produit ;
- le numéro du lot de fabrication (code de fabrication) avec, éventuellement, la date de fabrication pour les matériaux qui nécessitent un délai de mûrissement ;
- le numéro de l'agrément (ou de la confirmation d'agrément) spécifique au pays utilisateur ;
- la référence, le cas échéant, à l'organisme de surveillance ;
- la classe de compressibilité, par référence au paragraphe 3.51 ;
- les caractéristiques thermiques pour le pays utilisateur ;
- le classement au feu de l'isolant pour le pays utilisateur.

2.5 Règles relatives au stockage en usine, au transport et au stockage sur chantier

2.51 Stockage en usine

Le fabricant procédera, après la fabrication, à un stockage en usine adapté aux caractéristiques des panneaux isolants, en tenant compte des délais de mûrissement requis.

2.52 Transport et manutention

Les panneaux isolants doivent être emballés de manière à ne pas être endommagés lors du transport effectué dans des conditions habituelles.

2.53 Stockage sur chantier

Les panneaux isolants doivent être emballés de manière à ne pas être endommagés sur chantier, dans des conditions normales de stockage et de manutention. L'agrément précisera les conditions de stockage spécifiquement nécessaires au produit.

2.6 Règles relatives à la mise en œuvre

2.60 Règles générales

Le fabricant doit fournir des consignes de mise en œuvre précises comportant les informations suivantes :

- la description du système et des matériaux le constituant ;
- les techniques de pose à mettre en œuvre et les erreurs à éviter ;
- les méthodes permettant une mise en œuvre efficace aux raccordements de détails : relevés, évacuations d'eau, joints de dilatation.

Les consignes fournies par le fabricant doivent être suffisamment claires pour qu'une entreprise d'étanchéité qualifiée puisse effectuer la mise en œuvre de façon satisfaisante, dans les conditions usuelles de chantier.

Il appartient aux Instituts d'apprécier la conformité des consignes de mise en œuvre aux règles nationales ; en cas de doute, il leur est possible d'assister à une mise en œuvre sur chantier et de vérifier cette conformité.

Les matériaux constitutifs du système isolant ainsi que leurs méthodes d'assemblage doivent permettre une mise en œuvre aisée dans des conditions normales de chantier.

L'agrément précisera les dispositions particulières demandées par le fabricant du système concernant la préparation à apporter aux éléments porteurs. Référence doit être faite aux règles nationales.

2.61 Maniabilité

Lors de la mise en œuvre, les panneaux isolants doivent présenter une résistance suffisante à la manutention, à la découpe et aux chocs.

2.62 Aptitude à la fixation

Le système isolant doit pouvoir être fixé dans les conditions indiquées dans l'agrément sans détérioration ni déformation excessive, compte tenu des contraintes induites par les fixations mécaniques ou par la température des colles type bitume.

Les modes de fixation proposés doivent être fiables et raisonnablement aisés à réaliser. Leur faisabilité sera vérifiée et mentionnée dans l'agrément.

2.63 Précautions contre l'humidité pendant la mise en œuvre

L'humidification de l'isolant avant la mise en place du revêtement d'étanchéité doit être évitée. L'agrément peut préciser les dispositions particulières à prendre pour le remplacement d'un isolant humidifié.

2.64 Formation d'un support continu

Les tolérances dimensionnelles (de longueur, largeur, équerrage et épaisseur), ainsi que la planéité des panneaux isolants doivent être telles qu'elles permettent la réalisation d'un support isolant continu apte à recevoir le revêtement d'étanchéité, y compris le jointoiement des feuilles (cf. § 3.6).

2.65 Résistance aux températures élevées

Le support isolant doit présenter une résistance suffisante aux températures élevées susceptibles de se produire au cours de la mise en œuvre. Toutes précautions particulières à prendre à cet égard seront précisées dans l'agrément.

2.66 Résistance à la compression et au poinçonnement

Lors de sa mise en œuvre conformément aux consignes du fabricant, le support isolant doit présenter des résistances à la compression et au poinçonnement suffisantes pour permettre la circulation du personnel et les opérations de chantier.

Titre 3 - Exigences relatives aux isolants supports

3.0 Introduction

Pour répondre aux règles de qualité indiquées au titre 2, les isolants supports doivent satisfaire aux exigences énoncées dans le présent titre et dans le titre 5 « Contrôle de qualité ». Il y a également lieu de tenir compte de l'expérience acquise et de l'état actuel des connaissances dans le domaine des isolants supports, et de considérer certaines des exigences par rapport aux dispositions constructives de la toiture (relevés d'étanchéité, par exemple).

Il conviendra de vérifier le comportement en œuvre des ouvrages isolants supports, en particulier pour les isolants supports nouveaux, compte tenu de certaines incertitudes :

- le comportement de l'isolant sous l'effet de la température et de l'eau, agissant tant séparément qu'ensemble ;
- la résistance à l'action du vent (pour les toitures sans protection lourde rapportée) ;
- le comportement sous l'action des sollicitations mécaniques (lié au degré d'accessibilité de la toiture) ;
- la durabilité.

3.1 Résistance à l'action du vent

Sous revêtement d'étanchéité lesté et à condition que le lestage soit suffisant et conforme aux règles nationales, il n'y a pas d'exigence particulière à considérer.

En l'absence de protection lourde, il y a lieu de soumettre le système isolant aux essais définis au paragraphe 4.1. Les résultats d'essais devront être interprétés en fonction des coefficients de sécurité nationaux afin d'obtenir la pression de vent admissible.

Dans certains pays appliquant des codes de mise en œuvre nationaux, la réalisation d'essais peut ne pas être nécessaire. En général, ces règles nationales portent sur des systèmes dans lesquels le revêtement d'étanchéité est fixé par adhérence totale ou soudé à son support et :

- l'isolant est fixé par adhérence totale sur un élément porteur étanche à l'air ; ou
- l'isolant est fixé mécaniquement sur l'élément porteur.

3.2 Comportement au feu

Les exigences en la matière sont fixées par les règlements nationaux.

3.3 Comportement sous les variations de la température

3.31 Variations dimensionnelles

Lors de l'essai prévu en 4.31, la variation de longueur et de largeur résiduelle à 23 °C ne doit pas dépasser 0,5 % (calculé sur la longueur ou la largeur globale du panneau) et doit être inférieure à 5 mm après séjour d'une durée suffisante pour que les dimensions soient stabilisées aux températures limites de service pour l'emploi proposé, c'est-à-dire :

- + 80 °C sous revêtement apparent ;
- + 60 °C sous protection lourde.

3.32 Cintrage

Les panneaux isolants rigides ou composites sont susceptibles d'une déformation par cintrage. On appréciera ces déformations en procédant aux essais indiqués au paragraphe 4.32.

- La déformation du panneau, mesurée sur un panneau complet, ne doit pas dépasser 10 mm.
- La déformation maximale est acceptable :
 - si l'isolant est prévu fixé par collage ou par fixation mécanique, et ;
 - si le revêtement d'étanchéité est prévu indépendant et lesté, et ;
 - si l'application d'un poids équivalent à celui du revêtement d'étanchéité et de son lestage annule la déformation du panneau.
- Des valeurs plus restrictives de déformation – par exemple 3 mm – doivent être envisagées dans d'autres cas, en particulier si l'isolant n'est pas fixé.

3.33 Effets de mouvements induits sur le revêtement d'étanchéité

3.331 Généralités

Pour certains isolants, les variations dimensionnelles dues aux variations de la température peuvent endommager le revêtement d'étanchéité qui les recouvre. Cette dégradation affecte plus particulièrement les revêtements fixés à l'isolant par adhérence totale.

Afin de minimiser ce risque, il y a lieu d'apprécier l'incidence des variations dimensionnelles thermiquement induites sur le comportement de l'étanchéité, dans les systèmes où les revêtements sont prévus fixés par adhérence totale à un isolant.

Cette appréciation ne sera pas nécessaire :

- lorsque le revêtement d'étanchéité est librement posé, ou fixé mécaniquement ou par adhérence partielle à un panneau isolant fixé sur son élément porteur ;
- lorsque le revêtement d'étanchéité est fixé par adhérence totale à un isolant, lui-même fixé au support ; et que la dilatation thermique calculée pour la plus grande dimension des panneaux (cf. § 4.31) ne dépasse pas 0,5 mm pour une variation de température de 50 °C.

Dans les autres cas, l'exigence définie en 3.332 est applicable.

3.332 Exigences relatives à l'essai des mouvements thermiquement induits (cf. § 4.33)

Chaque Institut appréciera la compatibilité entre l'isolant et le revêtement d'étanchéité, en tenant compte des différences Δm entre les mouvements potentiels et les mouvements mesurés, des conditions climatiques et des types de constructions couramment adoptés dans son pays. La méthode d'essai est celle décrite au paragraphe 4.33. L'interprétation des résultats se fait suivant l'annexe 2.

L'agrément indiquera les valeurs Δm mesurées et les caractéristiques utiles L, e, et G de l'isolant ayant fait l'objet de l'essai, où :

- L = longueur du panneau (en mm)
- e = épaisseur du panneau (en mm)
- G = module d'élasticité transversal de l'isolant en N/mm² déterminé suivant ISO 1922.

Nota : la différence (Δm) entre mouvements potentiels et mouvements mesurés permet une appréciation des efforts subis par le revêtement d'étanchéité.

L'annexe 2 indique que l'effort maximal F_i du revêtement d'étanchéité au cours de l'essai 4.33 est déterminé comme suit :

$$\left[F_i = \frac{G \cdot L \cdot \Delta m_i}{4 \cdot e} \cdot 1000 \right]$$

où F_i est exprimé en N.m⁻¹ et e, L et Δm_i en mm.

Si, pour un revêtement d'étanchéité (A) normalement utilisé sur isolant dans un pays, l'effort maximal admissible (FA) est supérieur à F_i , on pourra considérer qu'il y a compatibilité entre isolant et revêtement d'étanchéité.

3.34 Glissement de l'étanchéité

L'essai prévu en 4.34 est à effectuer lorsque le revêtement d'étanchéité n'est pas fixé par fixation mécanique et lorsque, compte tenu de la finition de surface de l'isolant, on craint le glissement du revêtement (par exemple isolants parementés et toitures dont la pente est égale à classe III).

Le glissement du revêtement d'étanchéité par rapport à l'isolant ne doit pas dépasser 2 mm.

3.4 Comportement sous l'action de l'eau

3.41 Variations dimensionnelles

Dans le cadre de l'essai prévu en 4.41, les variations dimensionnelles des panneaux isolants, sous l'effet de la variation de leur état hygrométrique, devront être compatibles avec celles du revêtement d'étanchéité.

La variation dimensionnelle linéaire (Δl) du panneau dans l'une ou l'autre des dimensions, lorsque mesurée entre 5 % HR et 90 % HR, ne doit pas dépasser 0,5 %, le maximum étant de 5 mm.

Nota : les dimensions linéaires sont mesurées sur deux éprouvettes :

- éprouvette a : exposée à 50 % et 90 % HR
- éprouvette b : exposée à 50 % et 5 % HR

$\Delta l = a + b$.

Variations dimensionnelles

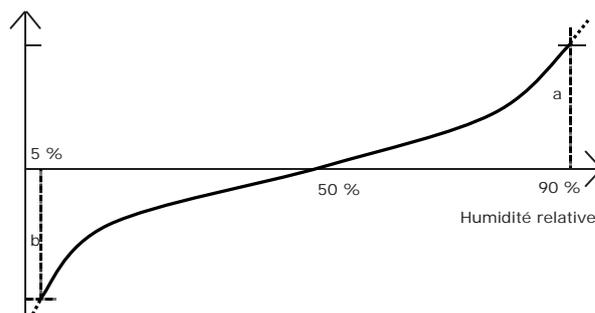


Figure 1 - Variations dimensionnelles en fonction de l'état hygrométrique

3.42 Altération des caractéristiques mécaniques

À l'issue de l'essai prévu en 4.42, soit après immersion d'une durée de deux heures suivie d'un retour au poids initial par séchage à l'ambiance, les caractéristiques suivantes ne devront pas, en principe, avoir varié de plus de 20 % :

- résistance à la traction perpendiculaire ;
- compressibilité sous une déformation donnée.

Pour les toitures sous protection lourde, il n'y a pas lieu de considérer l'altération de la résistance à la traction perpendiculaire.

3.5 Comportement sous l'action des sollicitations mécaniques

3.51 Sous charges statiques réparties

Il convient de classer les résultats de l'essai 4.51 comme indiqué au tableau 1.

Tableau 1 - Classification de l'isolant du point de vue compressibilité

| Classe | Déformation (%) | Température (°C) | Charge d'essai (kPa) |
|--------|-----------------|------------------|----------------------|
| A | ≤ 10 % | 23 et | 20 |
| | ≤ 15 % | 80 (60) | 20 |
| B | ≤ 5 % | 80 (60) | 20 |
| C | ≤ 5 % | 80 (60) | 40 |
| D | ≤ 5 % | 80 (60) | 80 |

L'aptitude à l'emploi des différentes classes d'isolants, suivant la destination de la toiture, est appréciée sur la base des règlements nationaux. Le tableau 2 donne une orientation à cet égard.

Tableau 2 - Exemple d'aptitude à l'emploi de différentes classes d'isolants

| A | B | C | D |
|--|--|--|---|
| Toiture uniquement accessible pour l'entretien. À n'utiliser qu'avec appréciation particulière de l'Institut | Toiture uniquement accessible pour l'entretien. Peut être utilisée sans restrictions | Toiture accessible aux piétons. Peut être utilisée pour entretien fréquent d'équipements | Toiture accessible aux véhicules légers. Ne peut être utilisée que si le revêtement d'étanchéité est protégé par un dallage en béton ou autre |

Notas :

1° Il est admis d'utiliser une classe de compressibilité supérieure au minimum spécifié pour une application donnée.

2° En ce qui concerne les panneaux isolants composites, le mode d'appréciation doit être déterminé par l'Institut après consultations appropriées.

3.52 Sous charges concentrées sur les parties en porte-à-faux de l'isolant

À l'issue de l'essai prévu en 4.52, effectué avec la projection maximale prévue par le fabricant, l'isolant ne doit avoir subi aucune rupture.

La déformation résiduelle doit être suffisamment faible pour ne pas affecter les caractéristiques de l'ouvrage toiture.

Une appréciation spéciale peut être envisagée pour les projections (parties non supportées) d'une longueur égale ou inférieure à 100 mm, mais l'épaisseur doit être de 30 mm au moins.

3.53 Sous charges concentrées à mi-point d'une portée libre

À l'issue de l'essai prévu au paragraphe 4.53, l'isolant ne doit avoir subi aucune rupture à la portée maximale prévue par le fabricant. Une appréciation spéciale peut être envisagée pour les portées libres maximales égales ou inférieures à 100 mm, mais l'épaisseur doit être de 30 mm au moins.

3.6 Tolérances relatives aux dimensions et à la forme des panneaux isolants

3.61 Longueur et largeur des panneaux

À l'issue de l'essai prévu au paragraphe 4.6, les dimensions mesurées seront égales aux dimensions nominales, avec tolérances de 5 mm dans l'une des directions et de 3 mm dans l'autre direction.

3.62 Épaisseur

À l'issue de l'essai prévu au paragraphe 4.6, l'épaisseur des panneaux sera égale à l'épaisseur nominale avec tolérance de ± 2 mm.

Les tolérances peuvent être portées à $+ 3$ mm / $- 2$ mm pour les panneaux d'épaisseur nominale supérieure à 50 mm, si elles sont reconnues sans incidence sur la qualité des travaux réalisés.

3.63 Équerrage des panneaux

À l'issue de l'essai prévu au paragraphe 4.6, il ne doit pas être possible d'introduire, entre les panneaux et les branches d'une équerre assujettie à un bord de panneau, une cale d'épaisseur 3 mm.

3.64 Planéité et état de surface

À l'issue de l'essai prévu au paragraphe 4.6, l'aspect de surface doit être plan et uniforme et ne doit pas présenter de cavités ou de boursouflures notables susceptibles d'affecter les caractéristiques ou l'application du revêtement d'étanchéité.

L'écart de planéité ne doit pas dépasser 3 mm pour les panneaux d'une superficie inférieure à 0,5 m², et ne pas dépasser 5 mm pour les panneaux de superficies égales ou supérieures à 0,5 m².

Dans le cas de laine minérale, la polymérisation de la résine doit être uniforme. La présence de tâches blanches de résine sur la surface n'est pas admise.

Titre 4 - Modalités d'essais

4.0 Généralités

Les essais à effectuer sur le système isolant afin d'en déterminer l'aptitude à l'emploi portent sur les caractéristiques suivantes :

- comportement sous l'action du vent ;
- comportement au feu ;
- comportement aux variations de la température ;
- comportement sous l'action de l'eau ;
- comportement sous l'action des sollicitations mécaniques.

Les essais sont conçus pour permettre une appréciation de l'isolant support et du revêtement d'étanchéité.

4.1 Essai de tenue au vent

Cet essai permet de déterminer :

- la résistance du liaisonnement entre revêtement d'étanchéité et isolant support ;
- la résistance des fixations mécaniques utilisées pour fixer l'isolant ;
- la cohésion du support isolant.

Les modalités d'essai sont basées sur les principes exposés dans le document intitulé « Guide UEAtc supplémentaire pour l'agrément des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement ».

4.11 Éprouvette

4.111 Suivant le mode de fixation de l'isolant

a) Isolants fixés mécaniquement

L'essai doit être effectué sur les panneaux d'épaisseurs la plus faible et la plus forte soumises à l'agrément.

Pour obtenir des informations concernant la résistance des fixations mécaniques ainsi que la résistance au cintrage et au poinçonnement de l'isolant, on soumet à l'essai le panneau de la plus faible épaisseur avec le nombre minimal de fixations prévu dans le schéma de fixation retenu.

Pour obtenir des informations sur le liaisonnement entre revêtement d'étanchéité et support, on soumet à l'essai le panneau de la plus forte épaisseur avec le nombre maximal de fixations prévu dans le schéma de fixation retenu.

Cet essai a pour but de déterminer la résistance d'au moins un panneau fixé conformément au schéma de fixation optimal.

Deux options existent quant au schéma de fixation à retenir pour cet essai :

1° le schéma indiqué par le fabricant du panneau ;

2° l'un des cinq schémas UEAtc illustrés en *figure 2*.

Les dimensions nominales du panneau soumis à l'essai doivent être adaptées au schéma de fixation.

Le compte rendu d'essai doit mentionner le schéma de fixation adopté pour l'essai et décrire le type de revêtement d'étanchéité et le type de liaisonnement pris en compte dans ce dernier.

Des fixations supplémentaires doivent être appliquées aux panneaux situés aux bords du caisson d'essai, afin d'éviter leur défaillance prématurée (*figure 3*).

b) Panneaux fixés par adhérence partielle ou totale

On doit considérer les panneaux de plus faible et de plus forte épaisseurs soumises à l'agrément. La maquette doit être constituée avec le produit présentant la résistance la plus faible, le choix étant basé sur les résultats d'un essai de résistance à la traction perpendiculaire (cf. § 4.6).

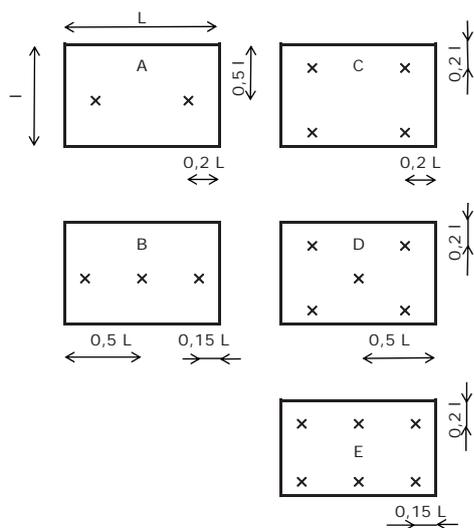


Figure 2 - Schémas d'agencement des fixations

4.112 Généralités

Les agencements illustrés en *figure 3* sont proposés à titre indicatif. D'autres agencements peuvent être utilisés, à condition que les exigences minimales y soient toutes dépassées.

On place au moins un panneau complet au centre du caisson, comme l'indique la *figure 3*.

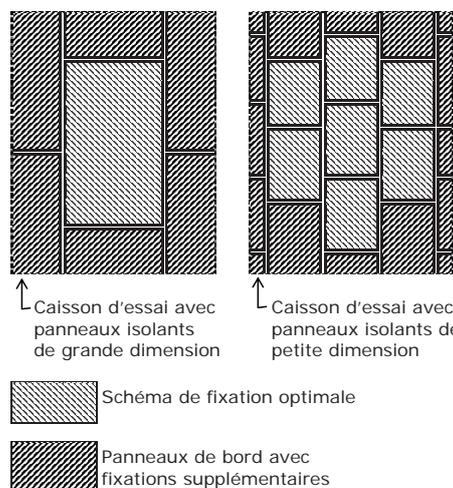
La déformation du support sous dépression de 5 kPa doit être aussi proche que possible des valeurs suivantes :

- travée/200 pour un support métallique ;
- travée/350 pour un support en bois ;
- travée/500 pour un support en béton.

En cas d'utilisation d'éléments porteurs en acier, on veille à assurer le support adéquat de tous les panneaux, y compris les pièces découpées susceptibles d'être incluses dans la maquette.

La position des panneaux isolants dans le caisson doit permettre :

- pour chaque cycle de charge, que la différence entre la pression ambiante et la pression à l'intérieur du caisson soit appliquée au revêtement d'étanchéité (avec tolérance de 10 %) à l'aide, par exemple, d'ouvertures ménagées entre les panneaux et/ou au travers de la surface porteuse. Toutes les mesures prises doivent être consignées dans le compte rendu d'essai ;
- si le système tel que soumis à l'essai (élément porteur, pare-vapeur, panneaux isolants et revêtement d'étanchéité) provoque une chute de pression entre la pression ambiante et le revêtement d'étanchéité, que la pression réelle au-dessous du revêtement soit contrôlée et consignée dans le compte rendu d'essai.



Dimensions minimales du caisson d'essai : 2 m x 2 m

Figure 3 - Agencement des panneaux isolants dans le caisson

4.12 Mode opératoire

On applique les dépressions indiquées en *figure 4*, chaque rafale présentant le profil indiqué en *figure 5*.

La dépression maximale de chaque cycle, soit $Q_{100\%}$, est définie à titre d'exemple dans le *tableau 3* :

Tableau 3 - Dépression maximale, $Q_{100\%}$

| Nombre de cycles | Dépression maximale (kPa) |
|------------------|---------------------------|
| 4 | 1,0 |
| 1 | 1,5 |
| 1 | 2,0 |
| 1 | 2,5 |
| 1 | 3,0 |
| 1 | 3,5 |
| 1 | 4,0 |
| 1 | etc. |

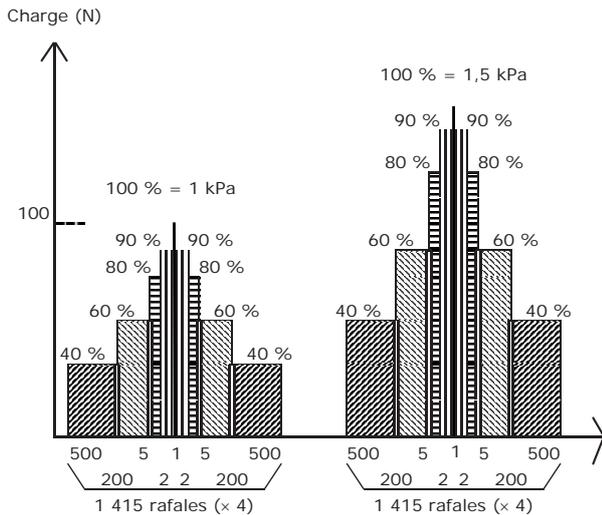


Figure 4 - Dépressions à appliquer

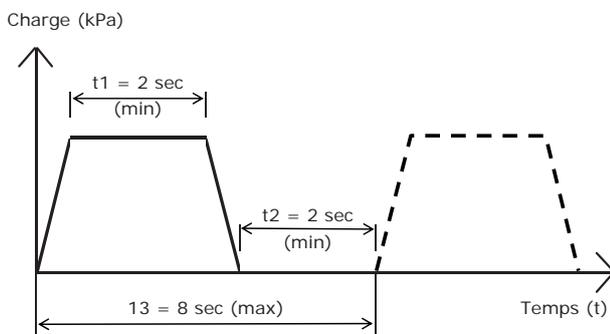


Figure 5 - Profil pression/temps de chargement

On poursuit l'essai jusqu'à défaillance de la maquette. Les modes de défaillance suivants peuvent se présenter :

1. rupture des panneaux isolants ;
2. délamination dans l'isolant ou entre l'isolant et son parement ;
3. défaillance du revêtement d'étanchéité ;
4. l'isolant est poinçonné par une fixation mécanique ;
5. une fixation mécanique se détache de l'élément porteur ;
6. le panneau isolant se détache du pare-vapeur ou de l'élément porteur ;
7. le pare-vapeur se détache de l'élément porteur.

4.13 Interprétation des résultats

Le résultat d'essai Q_1 représente la charge $Q_{100\%}$ du cycle précédant celui auquel s'est produite la défaillance de la maquette.

Pour obtenir la valeur admissible⁽⁴⁾, on corrige le résultat Q_1 à l'aide de la formule suivante :

$$\left[Q_{\text{admis}} = \frac{Q_1 \times Cs}{m} \right]$$

où :

m = coefficient de sécurité national relatif à la résistance de matériaux normaux (minimum recommandé = 1,2 pour les matériaux normaux)

Cs = coefficient de correction statistique pour les panneaux à fixation mécanique, basé sur le nombre de fixations par panneau. Les valeurs de Cs sont indiquées au tableau 4. Pour les panneaux isolants à adhérence partielle ou totale, $Cs = 1$.

Tableau 4 - Coefficient de correction statistique Cs ⁽⁵⁾

| Nombre de fixations dans le panneau isolant | Nombre de panneaux entiers dans le caisson d'essai | | | |
|---|--|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 | | | | |
| 2 | (*) | 0,90 | 0,95 | 0,97 |
| 3 | 0,85 | 0,95 | 0,97 | 0,98 |
| 4 | 0,90 | 0,97 | 0,98 | 0,98 |

(*) non admissible

Les résultats d'essai ne valent que pour les schémas de fixation inclus dans les essais. En cas de défaillance par cintrage du panneau isolant, $Cs = 1$.

4.2 Comportement au feu

On se reportera aux règlements nationaux.

4.3 Comportement aux variations de la température

4.31 Mesure des variations dimensionnelles à l'état de libre déformation

Cet essai a pour but de déterminer :

- a) le coefficient de dilatation thermique réversible entre - 20 °C et + 23 °C ;
- b) le coefficient de dilatation thermique réversible entre + 23 °C et + 80 °C (ou 60 °C si l'isolant ne doit être utilisé que sous protection lourde) ;
- c) la déformation résiduelle à 23 °C après stabilisation des dimensions à 80 °C ou 60 °C pendant six heures au moins.

Les mesures sont effectuées sur la longueur et la largeur du panneau.

4.311 Éprouvettes

Trois éprouvettes de dimension 250 mm x 250 mm au moins sont placées dans une enceinte à température homogène réglable, sur un plateau permettant les mouvements.

4.312 Mode opératoire

L'éprouvette est maintenue dans une enceinte contrôlée pendant l'essai. On mesure la longueur et la largeur du panneau à 23 °C. Les mesures sont effectuées au 1/100 mm par comparateur, sur la surface du panneau ainsi qu'à mi-épaisseur de celui-ci.

4. La valeur admissible est à comparer à la charge vent de calcul.

5. Applicable à la première défaillance.

L'éprouvette ayant été refroidie à - 20 °C, on mesure à nouveau les dimensions.

On fait passer, en une heure, la température de l'éprouvette de 23 °C à 80 °C (ou 60 °C), cette température étant maintenue pendant 6 heures. Une fois l'éprouvette refroidie à 23 °C par refroidissement naturel, on mesure à nouveau les dimensions. La température est relevée à plusieurs reprises jusqu'à la limite supérieure, puis on la ramène à 23 °C jusqu'à stabilisation.

Le retrait est indiqué par le signe moins (-), la dilatation par le signe plus (+). L'essai permet de déterminer les caractéristiques suivantes :

- coefficient de dilatation thermique $\alpha^{\circ\text{C}^{-1}}$ entre - 20 et + 23 °C, déterminé au premier cycle (ΔL_a) ;
- coefficient de dilatation thermique $\alpha^{\circ\text{C}^{-1}}$ entre + 23 et + 80 °C (ou 60 °C), déterminé au dernier cycle (ΔL_b) ;
- variation dimensionnelle résiduelle à 23 °C en mm/m ou en % entre le début du premier cycle et la fin du dernier cycle (ΔL_s).

4.32 Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique

Cet essai consiste à mesurer :

- la déformation par cintrage du panneau sous l'effet du rayonnement thermique ;
- la charge répartie nécessaire pour supprimer cette déformation.

4.321 Éprouvette

On utilise un panneau de dimensions nominales que l'on pose horizontalement, sur un support, afin qu'il soit maintenu en libre déformation.

4.322 Mode opératoire

La face exposée du panneau est portée, en 30 minutes, de la température ambiante à une température uniforme de 80 °C que l'on maintient jusqu'à stabilisation ou au maximum 2 heures. On enregistre la déformation du panneau par rapport au plan horizontal de référence ; ce, à intervalles fréquents, et au moins :

1. lorsque la température maximale est atteinte ;
2. après deux heures de température maximale ;
3. après retour à la température ambiante.

À l'issue de la mesure de la déformation stabilisée, on détermine, à 23 °C, la charge répartie uniforme qui annule la déformation.

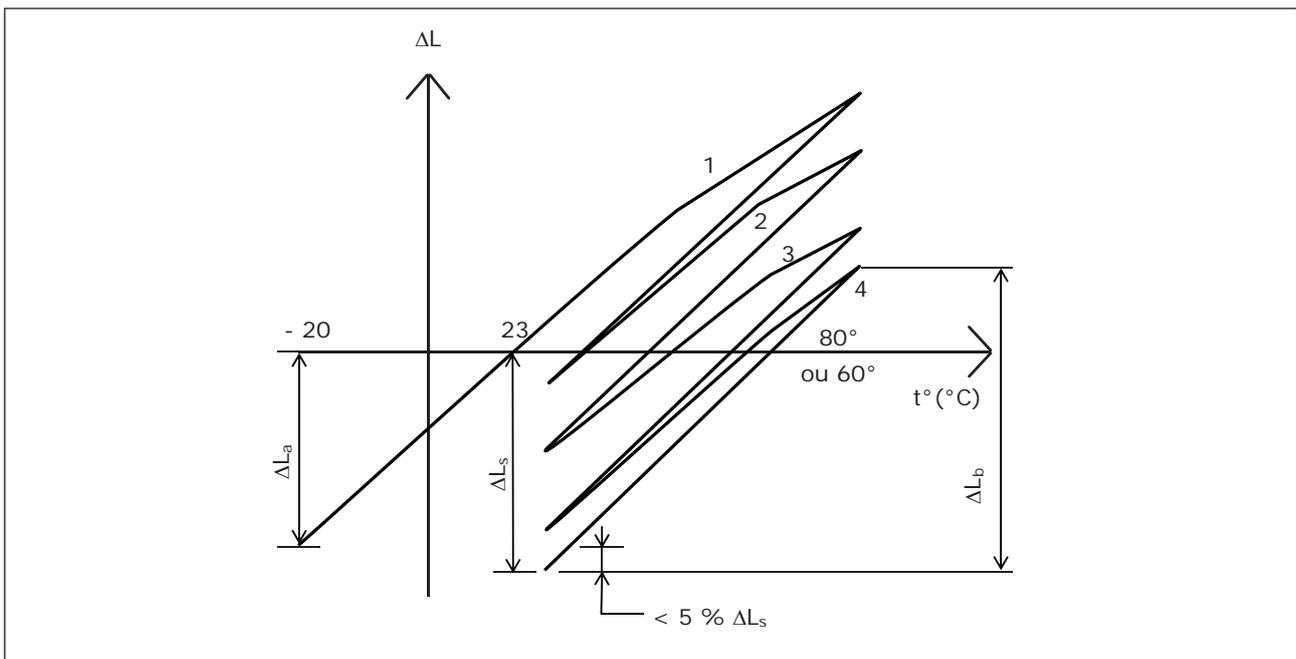


Figure 6 - Illustration graphique des mouvements dus aux variations de température

4.33 Essais de détermination de l'effet des mouvements induits dans l'isolant sur le revêtement d'étanchéité

Cet essai consiste à mesurer l'amplitude des mouvements aux joints entre panneaux isolants dans deux conditions :

- des panneaux isolants à face supérieure libre ;
- des panneaux isolants revêtus d'une étanchéité adhérente.

4.331 Éprouvettes (figure 7)

Pour l'élaboration d'une éprouvette avec face supérieure exposée, on découpe deux plaques de 200 mm de largeur au moins et de longueur égale à la longueur commerciale du panneau. Les deux plaques sont posées bout à bout sur une dalle en béton, avec espacement de 3 mm entre elles. Celles-ci sont collées à la dalle à leur point médian, sur toute leur largeur.

Dans le cas de panneaux dont la longueur commerciale est supérieure à 1,2 m, on peut réduire à 1,2 m la longueur des éprouvettes. Celles-ci sont alors collées à la dalle au point correspondant à leur point médian initial.

La sous-face de la dalle en béton est à la température ambiante (20 °C environ). La seule contrainte aux variations dimensionnelles de la surface de l'isolant est constituée par le liaisonnement entre l'isolant et la dalle.

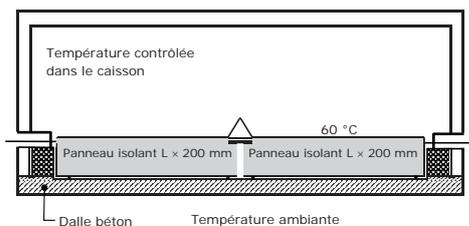


Figure 7 - Schéma de la maquette

Pour l'élaboration d'un deuxième échantillon, avec isolant sous étanchéité, on suit la même méthode, en collant le revêtement d'étanchéité de référence (tel que défini en annexe 1) à la surface de l'isolant. L'étanchéité freinera le mouvement des panneaux et sera, par conséquent, mise en tension-compression.

On mesure les variations de largeur du joint (par exemple, par des repères métalliques disposés de part et d'autre des joints, et à leurs extrémités). Les variations de longueur des panneaux sont mesurées aux repères métalliques à l'aide d'un capteur de déplacement au 1/100 mm (par exemple, comparateur à cadran à chaque extrémité et, au joint médian, lunette de grossissement 40 au moins, graduée à 0,01 mm).

4.332 Cas de panneaux isolants sans étanchéité

La surface de l'isolant est portée, de façon cyclique, à une température basse de - 10 °C et haute de + 60 °C suivant le cycle de huit heures suivant :

- montée en température de - 10 °C à + 60 °C : 2 heures ;
- palier à + 60 °C pendant deux heures ;
- descente en température de + 60 °C à - 10 °C : 2 heures ;
- palier à - 10 °C pendant deux heures.

Ces cycles sont reproduits jusqu'à stabilisation du mouvement (en général après une trentaine de cycles).

On établit un graphique (figure 8) mouvement/nombre de cycles, et on détermine la distance m_1 entre les courbes enveloppes.

4.333 Cas des panneaux isolants sous étanchéité adhérente

On se sert de la même méthode que celle décrite en 4.332, avec le deuxième échantillon.

On établit un graphique (figure 9) mouvements/nombre de cycles et on détermine la distance m_2 entre courbes enveloppes.

4.334 Interprétation des résultats

La valeur Δm mentionnée dans les exigences (cf. 3.332) est obtenue par :

$$[\Delta m = m_1 - m_2]$$

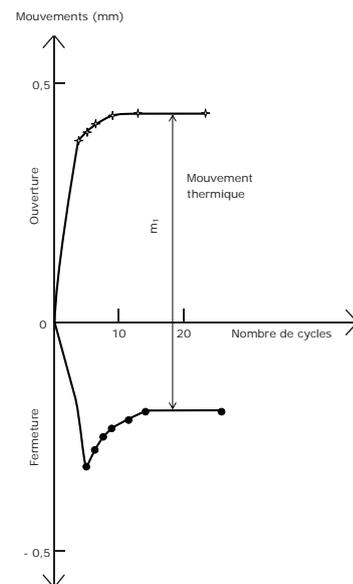


Figure 8 - Exemple d'expression des résultats pour un isolant non revêtu

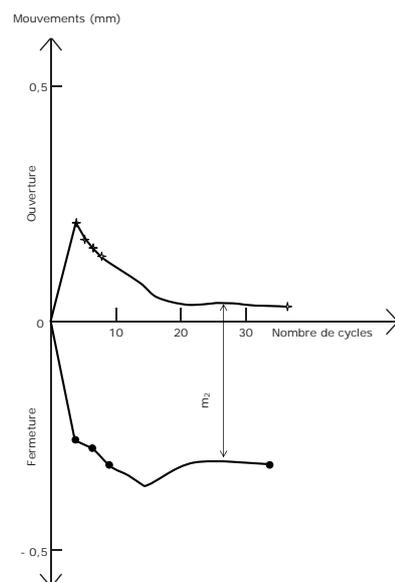


Figure 9 - Exemple d'expression des résultats pour des panneaux revêtus d'une étanchéité adhérente

4.34 Essai de glissement de l'étanchéité

Cet essai consiste à mesurer le glissement sous son propre poids d'un revêtement d'étanchéité fixé par adhérence suivant les prescriptions de pose sur le support considéré, lequel est incliné à la pente maximale proposée, sous l'effet d'un rayonnement thermique de 80 °C d'une durée de deux heures.

4.341 Appareillage

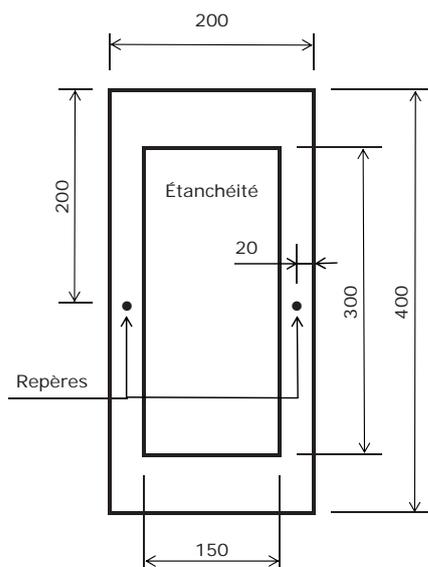
L'appareillage nécessaire est le suivant :

- une enceinte contrôlée à ± 2 °C, avec plage de service de 50 °C à 120 °C au moins ;
- un bâti dans lequel l'éprouvette peut être fixée en position inclinée et qui permet également le maintien de l'éprouvette en position horizontale pendant la stabilisation de la température d'essai choisie. Deux vis et écrous, ou des repères équivalents, sont insérés dans les bords du bâti comme l'indique la *figure 10* ;
- des éprouvettes découpées à dimension 400 x 200 mm dans le panneau le plus épais qui soit proposé ;
- une règle métallique de 200 mm de longueur au moins ;
- un dispositif permettant de mesurer la longueur au 0,1 mm ;
- des tôles d'aluminium d'environ 1 mm d'épaisseur et de dimension 50 x 150 mm ;
- une colle a deux composants.

4.342 Éprouvette

Une éprouvette de dimension 300 x 150 mm du revêtement d'étanchéité de référence (cf. *annexe 1*) est collée ou soudée à chaque échantillon de panneau isolant, conformément aux indications fournies par le fabricant.

- On monte l'éprouvette de panneau isolant sur le bâti, en évitant tout mouvement.
- On colle la tôle d'aluminium sur la surface de l'étanchéité de manière à permettre, avant et après l'exposition à la chaleur, de tracer un trait sur la plaque à l'aide d'un traçoir et d'une règle métallique placée contre les repères.



Dimensions en mm

Figure 10 - Bâti de montage de l'éprouvette

4.343 Mode opératoire

- L'éprouvette est conditionnée à température ambiante, en position horizontale, pendant 24 heures.
- On trace un trait pour repérer la position initiale.
- L'étuve est amenée à la température d'essai requise.
- L'éprouvette est placée en position horizontale dans l'étuve, et maintenue dans cette position pendant une heure.
- L'éprouvette est placée en position d'essai, inclinée suivant l'angle requis, et maintenue dans cette position à la température d'essai pendant deux heures.
- L'éprouvette est retirée de l'étuve ; on la laisse refroidir à température ambiante en position horizontale.
- On tire un trait pour repérer la position finale.
- On mesure la distance entre les deux traits, le long de chaque bord.

Le glissement de l'éprouvette est constitué par la moyenne des mesures ci-dessus. Le glissement du système est exprimé par le résultat moyen de trois essais.

Nota : pour vérifier que le glissement n'est pas dû au revêtement d'étanchéité lui-même, on effectue, aux fins de comparaison, un essai avec le revêtement directement appliqué sur une tôle d'acier non galvanisé.

4.4 Essais de comportement à l'eau

Deux essais sont à effectuer pour déterminer le comportement à l'eau de l'isolant, le premier essentiellement destiné aux produits sensibles à l'humidité (tels que ceux à base de cellulose), le second étant un essai d'immersion.

4.41 Détermination des variations dimensionnelles en fonction de l'humidité

Cet essai permet de mesurer les variations dimensionnelles du produit lorsque l'humidité passe de 5 % HR à 90 % HR.

4.411 Éprouvettes

On se sert de deux jeux de trois éprouvettes de dimensions 200 x 200 mm au moins, prélevées dans la production courante.

4.412 Mode opératoire

Les éprouvettes sont conditionnées à 23 °C et 50 % HR jusqu'à stabilisation. Après avoir marqué des repères d'essai sur les éprouvettes, on détermine les distances les séparant initialement, à l'aide d'un capteur de déplacement approprié offrant une précision de 0,01 mm.

Trois des éprouvettes sont ensuite placées à 5 % HR, trois autres à 90 % HR. On mesure les variations dimensionnelles jusqu'à stabilisation, l'intervalle des mesures (en jours) étant une progression géométrique de raison 2.

4.413 Résultats

Les variations dimensionnelles de 50 % à 90 % HR et de 50 % à 5 % HR respectivement sont la moyenne des trois mesures. La variation totale est constituée par la somme des différents résultats d'essai.

4.42 Essais d'immersion

4.421 Éprouvettes

Les éprouvettes découpées aux dimensions nécessaires pour chaque essai spécifique (résistance à la traction perpendiculaire, compressibilité) sont stabilisées à 23 °C et 50 % HR, et pesées.

Elles sont ensuite totalement immergées dans l'eau à 23 °C pendant 2 heures, avec une hauteur d'eau de 2 mm au-dessus de la face supérieure de l'isolant.

Les éprouvettes sont ensuite retirées de l'eau et maintenues à l'air ambiant pour séchage, jusqu'à stabilisation de leur poids. La stabilisation est obtenue lorsque la différence entre deux mesures de poids effectuées à 24 heures d'intervalle est inférieure à 5 % de la variation totale.

Un séchage accéléré est admis, à condition qu'il ne modifie pas les propriétés du produit (par exemple, il n'est pas admis dans le cas de produits alvéolaires expansés par gaz lourds).

On procède ensuite aux essais suivants :

- résistance à la traction perpendiculaire (selon le paragraphe 4.6) ;
- compressibilité (selon le paragraphe 4.6).

4.5 Essais de comportement sous sollicitations mécaniques

4.51 Sous charges statiques réparties et températures élevées

Cet essai permet de déterminer le comportement de l'isolant sous charge statique répartie et température élevée. Il consiste à maintenir les éprouvettes aux températures limites de service et à en mesurer la déformation dans une enceinte contrôlée, la charge étant maintenue en place. Si le fabricant préconise un préconditionnement du produit, l'essai doit commencer immédiatement après ce préconditionnement.

4.511 Éprouvettes

Les éprouvettes sont prélevées aléatoirement dans la production courante, et présentent l'état de surface de livraison.

Deux épaisseurs au moins sont soumises à l'essai, la plus faible et la plus forte proposées (on se sert de plusieurs panneaux si nécessaire). L'Institut appréciera, suivant l'homogénéité des résultats obtenus, la nécessité de compléter l'information sur des épaisseurs intermédiaires.

Au moins trois, et de préférence cinq éprouvettes sont utilisées pour chaque essai. Les éprouvettes sont découpées aux dimensions suivantes :

- échantillons de mousse plastique, de perlite fibrée et de liège :
 - si l'épaisseur est ≤ 50 mm : 50 mm x 50 mm ;
 - si l'épaisseur est > 50 mm, mais ≤ 100 mm : 100 mm x 100 mm,
 - si l'épaisseur est > 100 mm, mais ≤ 150 mm : 150 mm x 150 mm ;
- échantillons de laine minérale : 300 mm x 300 mm,
- échantillons de verre cellulaire (on recouvre de bitume oxydé l'éprouvette de verre cellulaire) : 200 mm x 200 mm.

4.512 Mode opératoire

Nota : il convient de se reporter au tableau 1 pour la classification de l'isolant en fonction de sa compressibilité.

On applique les charges suivantes réparties sur toute la surface de l'éprouvette :

- pour les isolants de classes A et B - charge de + 20 kPa ;
- pour les isolants de classe C - charge de + 40 kPa ;
- pour les isolants de classe D - charge de + 80 kPa.

Les charges sont maintenues pendant :

- 2 jours pour les matériaux de classes A et B ;
- 7 jours pour les matériaux de classes C et D.

En fonction de l'ouvrage auquel le fabricant destine son produit, les éprouvettes sont maintenues sous les charges indiquées ci-dessus, aux températures d'essai suivantes :

- + 80 °C pour les toitures sans protection lourde ;
- + 60 °C pour les toitures avec protection lourde.

On détermine successivement :

- l'épaisseur initiale de l'éprouvette à 23 °C sous précharge de 1 kPa ;
- l'épaisseur de l'éprouvette après application de la charge d'essai à 23 °C pendant 24 heures ;
- l'épaisseur de l'éprouvette sous charge d'essai à température élevée ;
- pour les matériaux de classes A et B, l'épaisseur de l'éprouvette après séjour de deux jours complets, au moins une fois pendant le premier jour ;
- pour les matériaux de classes C et D, après séjour de 7 jours complets, l'épaisseur de l'éprouvette au moins une fois pendant les 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e, 5^e ou 6^e jours, de façon à mettre en évidence la stabilisation de l'épaisseur dans les conditions d'essai.

Le compte rendu de l'essai indiquera les résultats de toutes les mesures d'épaisseur. La *figure 11* résume le déroulement de l'essai.

4.52 Sous charges statiques concentrées sur les parties en porte-à-faux

Cet essai simule le déplacement d'un piéton sur les parties en porte-à-faux de l'isolant.

4.521 Éprouvettes

L'essai est réalisé sur trois éprouvettes de panneau isolant d'une largeur de 600 mm ou de la largeur du panneau, si celle-ci est inférieure à 600 mm. La longueur de l'éprouvette doit être choisie en fonction de la projection maximale souhaitée, mais ne pas être inférieure à 450 mm. Il n'est pas nécessaire de soumettre à l'essai les projections d'une longueur inférieure à 100 mm.

4.522 Mode opératoire

L'essai doit porter sur le panneau isolant à sa position la plus critique, par exemple lorsqu'une de ses extrémités est projetée au-dessus d'un bac de tôle nervurée. Mais il convient de tenir compte des recommandations éventuelles du fabricant quant au sens de la pose, à la portée libre maximale, etc.

L'éprouvette est positionnée comme l'indique la *figure 12*, de manière à être fermement plaquée contre l'élément porteur par l'action d'une planche rigide de 100 mm de largeur, sur laquelle une charge d'environ

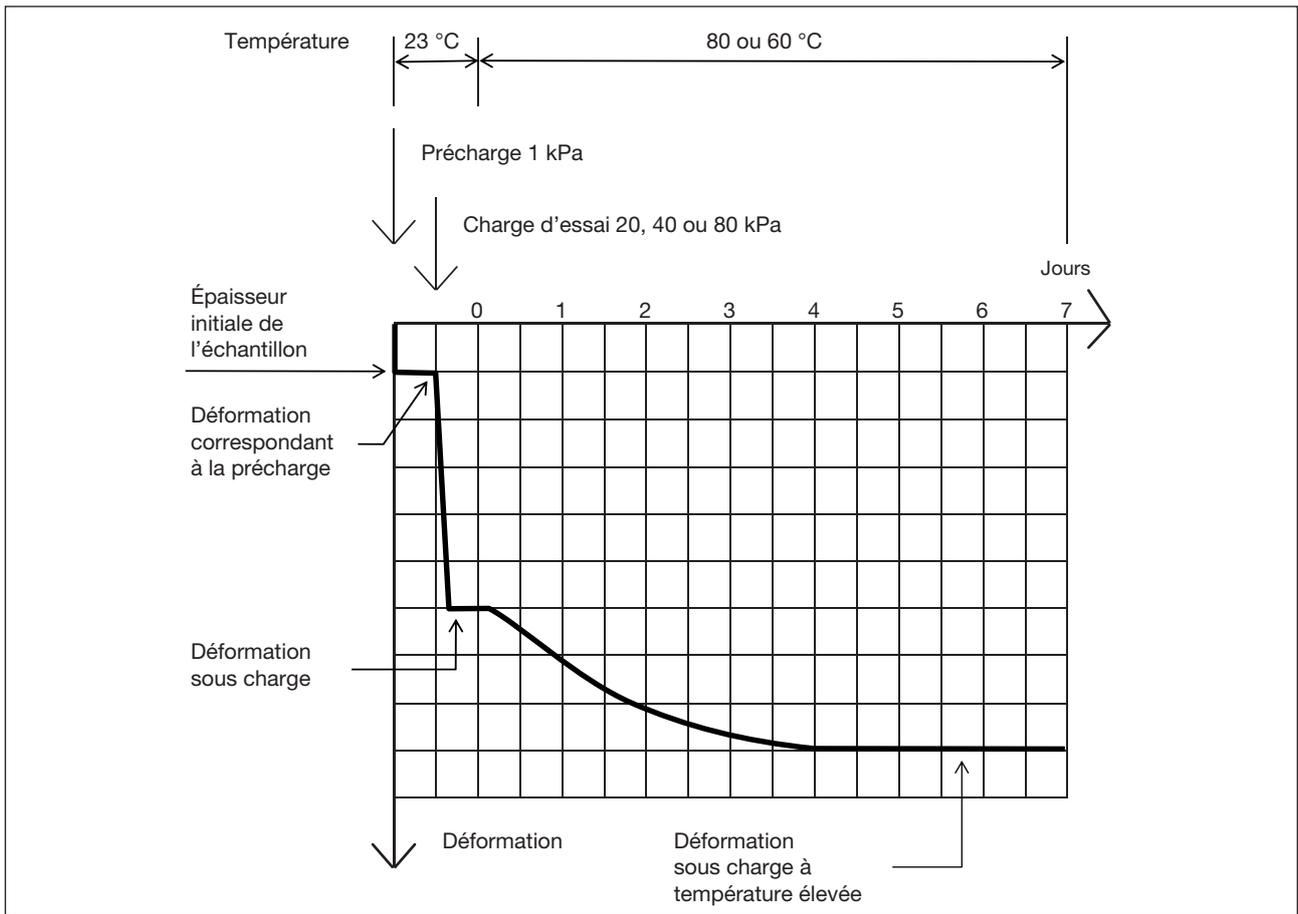


Figure 11 - Déformation dans le temps de l'isolant non revêtu

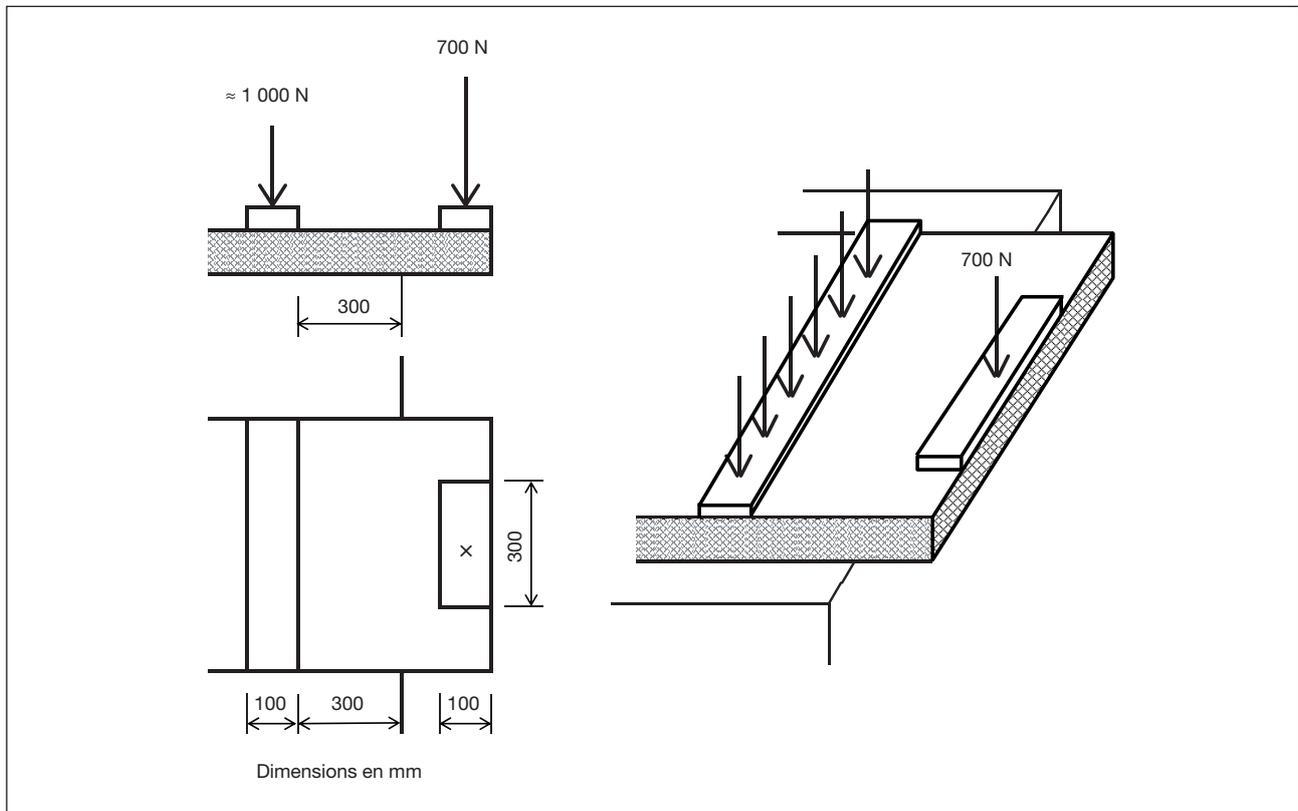


Figure 12 - Schéma d'agencement de l'essai sur parties en porte-à-faux, indiquant le positionnement de l'éprouvette

1 000 N est appliquée. (La charge doit être suffisante pour maintenir en place le panneau isolant mais ne pas l'endommager.)

On applique une charge statique de 700 N⁽⁶⁾ répartie sur une surface de 100 x 300 mm. La charge est appliquée lentement à une vitesse de 100 mm/min, par exemple, afin d'éviter que soient générées des forces dynamiques. Une fois la stabilisation obtenue (généralement en moins de 15 secondes), l'éprouvette est déchargée.

4.523 Résultats

On examine le panneau pour en déterminer la rupture éventuelle. On mesure la déformation résiduelle de l'isolant au « point de chargement » (à toutes fins utiles).

L'essai est répété avec d'autres éprouvettes, en augmentant la projection jusqu'à ce que la rupture se produise.

4.53 Sous charges concentrées à mi-point d'une portée libre

Cet essai est destiné à simuler le chargement le plus critique de panneaux isolants laminés ou parementés. Pour ce type de produit, la condition la plus critique est susceptible de se produire à mi-point d'une « portée libre ».

4.531 Échantillons

On prélève trois panneaux isolants standards dans la production courante.

4.532 Mode opératoire

Chaque panneau est placé au-dessus d'une portée libre égale à la portée libre maximale prévue par le fabricant.

Une charge de 700 N⁽⁶⁾ est appliquée sur une plaque rigide de 100 x 300 mm placée centralement au-dessus de la portée libre. La charge est appliquée lentement (par ex. 100 mm/min) afin d'éviter que soient générées des forces dynamiques. Une fois la stabilisation obtenue (généralement en moins de 15 secondes), l'éprouvette est déchargée.

4.533 Résultats

On examine le panneau pour en déterminer la rupture éventuelle. On mesure la déformation résiduelle au « point de chargement ».

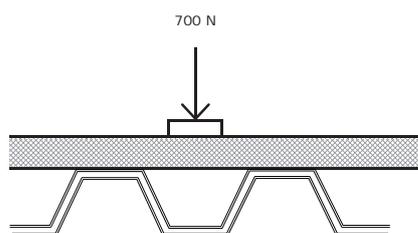


Figure 13 - Positionnement de l'éprouvette dans l'essai sous charges concentrées à mi-portée

6. Valeur provisoire dont on envisage actuellement l'augmentation à 1 000 N.

4.6 Essais relatifs aux caractéristiques géométriques, physiques et mécaniques

Le CEN TC/88 a élaboré des projets de normes d'essais⁽⁷⁾ portant sur les caractéristiques suivantes :

- dimensions : PrEN 822 et 823 ;
- équerrage : PrEN 824 ;
- planéité : PrEN 825 ;
- masse volumique ;
- compression à une déformation relative donnée : PrEN 826 ;
- résistance à la traction perpendiculaire ;
- retrait thermique.

Titre 5 - Contrôle de qualité

5.0 Généralités

Un système ne peut faire l'objet d'un agrément que s'il est soumis à un autocontrôle par le fabricant et, éventuellement, à un contrôle extérieur assuré par un organisme indépendant⁽⁸⁾.

L'étendue de l'autocontrôle minimal à mettre en œuvre par le fabricant sur le produit fini pour chaque famille d'isolants est indiquée au *tableau 5* (cf. § 5.6).

La surveillance doit remplir les conditions mentionnées dans ce qui suit.

5.1 Réception des matières premières et constituants

À réception, les matières premières et constituants doivent faire l'objet d'essais appropriés. Les modalités à suivre pour ces essais doivent être précisées par l'Institut.

5.2 Contrôle sur ligne

Le contrôle sur une chaîne de fabrication a pour but de constater les écarts susceptibles d'avoir une incidence sur les caractéristiques du produit fini, et d'en permettre la rectification en temps voulu.

Les opérations de fabrication ayant une influence sur la qualité du produit fini doivent faire l'objet d'un système de contrôle qualité mis en œuvre à intervalles réguliers.

Le fabricant doit disposer d'équipements de contrôle et d'essai appropriés à chaque poste de production.

5.3 Contrôles sur produits finis

Le laboratoire de l'usine doit effectuer les essais (préalablement convenus avec l'Institut) permettant de vérifier que les produits présentent une qualité constante et satisfait aux exigences de l'agrément.

Les fractions de la fabrication reconnues comme défectueuses ne doivent pas être commercialisées en tant que produits agréés.

7. Les numéros PrEN donnés en référence concernent les documents disponibles à la date de publication du présent guide. Les projets de norme ne comportant pas de numéro PrEN sont en cours d'élaboration par le CEN TC/88. Pour ces aspects, il convient donc provisoirement de faire référence au document de travail le plus récent.

8. Il convient de faire référence à la règle UEAtc R.03, qui recommande la mise en œuvre d'un seul système de surveillance, de préférence pour le compte de l'Institut ayant délivré l'agrément initial.

5.4 Enregistrement et archivage des résultats

Les résultats de l'autocontrôle doivent être enregistrés et faire l'objet d'une évaluation statistique. L'enregistrement doit tenir compte du mode de production et de contrôle, selon le degré d'automatisme. Les registres doivent être conservés pendant cinq ans au moins.

5.5 Surveillance de l'autocontrôle par un organisme indépendant

Cet organisme doit examiner au moins deux fois par an l'autocontrôle mis en œuvre par le fabricant.

Il lui appartient, en outre, de procéder aux essais permettant de vérifier la conformité des produits finis aux caractéristiques données au *tableau 5* (voir § 5.6).

5.6 Caractéristiques contrôlées

Le *tableau 5* ci-après donne une nomenclature minimale des caractéristiques contrôlées, établies pour les différentes familles d'isolants faisant actuellement l'objet d'échanges entre les pays de l'UEAtc.

La fréquence des essais doit être convenue entre le fabricant et l'Institut et/ou l'organisme indépendant.

Certains des essais peuvent être remplacés par d'autres permettant d'obtenir des informations équivalentes.

Pour les familles d'isolants non traitées au *tableau 5*, les essais sont à définir cas par cas.

Tableau 5 - Caractéristiques contrôlées

| | Produits (*) | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|----|-----|----|-----|
| | EPS XPS | PUR PIR PF ⁽¹⁾ | MW | EPB | CG | ICB |
| Longueur/largeur | * | * | * | * | * | * |
| Épaisseur | * | * | * | * | * | * |
| Équerrage | * | * | * | * | * | * |
| Planéité | * | * | | | | * |
| Aspect surface | | | * | | | |
| Masse volumique | * | * | * | * | * | |
| Compression | * | * | * | * | * | * |
| Traction perpendiculaire | * | * | * | * | | * |
| Cintrage | | | | * | | * |
| Effets haute température et humidité sur résistance | | | * | | | |
| Retrait thermique | * | * | | | | |
| Taux d'humidité | | | | • | | * |
| Conductivité thermique | * | * | * | * | * | * |
| Comportement au feu ⁽²⁾ | * | * | * | * | | * |

1. Exigence supplémentaire pour la mousse phénolique seulement – contrôle de la neutralisation d'acidité.
 2. Correspondant aux règlements nationaux du pays d'utilisation.
 • Cf. paragraphe 1.2.

Titre 6 - Contenu de l'Agrément

L'agrément doit comporter les informations suivantes.

6.1 Destination de l'isolant

Définition des applications possibles et de la destination du système, en fonction :

- de l'accessibilité (par référence au § 1.11) ;
- des pentes (par référence au § 1.12) ;
- du type d'élément porteur (par référence au § 1.13) ;
- du mode de liaisonnement isolant-élément porteur (par référence au § 1.14) ;
- du mode de liaisonnement du revêtement d'étanchéité (par référence au § 1.15).

6.2 Description de l'isolant support

Le matériau isolant doit être défini par référence à :

- sa famille chimique (par référence au § 1.21) ;
- ses constituants (par référence au § 1.22) ;
- sa présentation (par référence au § 1.23) ;
- sa géométrie ;
- et d'autres caractéristiques utiles.

6.3 Nomenclature des caractéristiques spécifiées

La nomenclature (non limitative) des caractéristiques spécifiées pour les familles d'isolants considérées dans le présent document, est donnée au *tableau 6*.

Tableau 6 - Caractéristiques spécifiées

| | Produits (*) | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|----|-----|----|-----|
| | EPS XPS | PUR PIR PF ⁽¹⁾ | MW | EPB | CG | ICB |
| Longueur/largeur (avec indication des tolérances) | * | * | * | * | * | * |
| Épaisseur (avec indication des tolérances) | * | * | * | * | * | * |
| Masse volumique (avec indication des tolérances) | * | * | * | * | * | * |
| Contrainte de compression à 10 % (minimale) | * | * | * | * | * | * |
| Retrait thermique (maximal) | * | * | | | | |
| Résistance à la flexion (minimale) | | | | * | | * |
| Résistance à la traction perpendiculaire (minimale) initiale | * | * | * | * | * | * |
| après conditionnement (24 h, 70 °C. 95 % HR) | | | * | | | |
| Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (cf. § 4.32) | | * | | | | |
| Taux d'humidité (maximal) | | | | * | | * |
| Classe de comportement sous charges réparties (cf. § 4.51) | * | * | * | * | * | * |
| Conductivité thermique (ou résistance thermique) pour le pays d'utilisation | * | * | * | * | * | * |
| Comportement au feu dans le pays d'utilisation (s'il y a lieu) | * | * | * | * | * | * |

6.4 Description des autres produits du système

Les caractéristiques spécifiées relatives aux autres produits constituant le système sont à établir cas par cas.

Les méthodes de mesure des caractéristiques spécifiées devront être indiquées, soit par référence au paragraphe 4.6, soit dans des cas particuliers, par référence à une méthode propre au fabricant.

6.5 Autres caractéristiques

À titre indicatif, d'autres caractéristiques du système peuvent être indiquées, ainsi que les méthodes adoptées pour leur mesure.

6.6 Nomenclature des contrôles de fabrication

6.7 Mise en œuvre

En ce qui concerne la mise en œuvre, l'agrément doit indiquer :

- le mode de fixation de l'isolant sur son support ;
- le mode de liaisonnement de l'étanchéité au support isolant ;
- les particularités éventuelles.

Des informations concernant le comportement du système en fonction de son mode de mise en œuvre.

Annexe 1

Revêtement d'étanchéité de référence

En partant de la supposition, d'une part, que le critère de dilatation contraction thermique de l'isolant sera essentiellement lié à la défaillance ou la non-défaillance de l'étanchéité pendant l'essai (sinon, le calcul indiqué en 3.332 est généralement le cas) et que, d'autre part, la décision sera prise d'utiliser une étanchéité modifiée pour l'essai, on propose les spécifications suivantes pour un revêtement d'étanchéité de référence :

- bitume modifié SBS ;
- armature polyester non tissée, classe L4 (voir la Directive générale UEAtc sur les revêtements d'étanchéité de toitures) ;
- épaisseur : 4 mm ± 0,2 mm ;
- flexibilité basse température ≤ -15 °C ;
- faces « noires ».

Annexe 2

Note de calcul d'un modèle simplifié de détermination des efforts transmis aux revêtements d'étanchéité par le mouvement des supports isolants

Soit un panneau isolant de longueur $L = 2l$ dont on considère la face supérieure. L'origine des abscisses est prise au centre du panneau.

- a) Par définition, si V est le déplacement relatif du point d'abscisse x et α le coefficient de dilatation thermique apparent en surface des panneaux,

$V = \alpha \cdot x \cdot \Delta\theta$ pour une variation $\Delta\theta$ de la température de surface.

Par définition, si G est le module d'élasticité transversal du panneau support d'épaisseur e , l'effort développé pour obtenir un déplacement relatif V d'une surface (de longueur et largeur unité) d'une face par rapport à l'autre est :

$$df = \frac{V}{e} \cdot G \cdot dx$$

d'où

$$df = \frac{G}{e} \alpha \cdot \Delta\theta \cdot x \cdot dx$$

et

$$f = \frac{G}{e} \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \cdot \frac{x^2}{2} + C$$

L'effort en extrémité du panneau de longueur $2l$ est :

$$f_l = \frac{G}{e} \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \cdot \frac{l^2}{2} \quad (1)$$

- b) Si, toutes choses étant égales par ailleurs, les déplacements de l'extrémité du panneau V mesuré sans étanchéité et V' mesuré avec étanchéité sont différents, c'est que le frottement exercé par l'étanchéité adhérente sur la surface du panneau isolant développe un effort :

$$F_l = \frac{G}{2e} \cdot \Delta\theta (\alpha - \alpha') \cdot l^2 \quad (2)$$

avec :

α = coefficient de dilatation thermique apparent sans étanchéité

α' = coefficient de dilatation thermique apparent avec étanchéité

L'effort exercé sur l'étanchéité au droit du joint est la somme des efforts exercés par chacun des deux panneaux isolants de part et d'autre, soit :

$$F_i = 2 F_l = \frac{G}{e} (\alpha - \alpha') l^2 \cdot \Delta\theta \quad (3)$$

c) Enfin, si l'on considère que l'essai prévu en 4.33 mesure la variation d'ouverture d'un joint (intéressant deux demi-panneaux, soit une longueur $2l$), le mouvement Δm est égal à :

$$\Delta m = (\alpha - \alpha') 2l \cdot \Delta \theta \quad (4)$$

d'où :

$$F_i = \frac{G}{e} \cdot \frac{l}{2} \cdot \Delta m \quad (3 + 4)$$

et

$$F_i = \frac{G}{e} \cdot \frac{L}{4} \cdot \Delta m$$

d'où découle l'expression de l'exigence indiquée au paragraphe 3.332.

SIÈGE SOCIAL

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | www.cstb.fr

CSTB
le futur en construction

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT | MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA ANTIPOLIS