

# **commission chargée de formuler des avis techniques**

**sur des procédés, matériaux, éléments ou équipements utilisés dans la construction**

**Secrétariat : 4, Avenue du Recteur Poincaré - 75782 PARIS CEDEX 16**

**Téléphone 01 40 50 28 28 - Téléfax 01 45 25 61 51**

GRUPE SPECIALISE N° 20

"PRODUITS ET PROCEDES SPECIAUX D'ISOLATION"

12 décembre 2007

**Version n°4**

(annule et remplace la version n°3 de juin 2004)

## **Note d'information n°1**

**Performances des produits réfléchissants opaques utilisés  
dans l'enveloppe des bâtiments en tant que complément  
d'isolation thermique**

## RESUME

Les produits réfléchissants doivent, comme tous les produits de bâtiment, être utilisés à bon escient.

Posés seuls, leurs performances thermiques intrinsèques et totales sont souvent insuffisantes au regard des exigences thermiques actuelles, que ce soit en travaux neufs (RT2005) ou en réhabilitation (Arrêté du 3 mai 2007). Ainsi, leurs principales qualités, lorsqu'elles sont validées, résident dans :

- la réalisation, en contact avec la ou les faces peu émissives du produit, d'une ou deux lames d'air qui, si elles sont étanches à l'air, permettent d'obtenir des résistances thermiques qui s'ajoutent à celle du produit. De plus, la réalisation de lames d'air réellement non ventilées et non communicantes exige beaucoup de soin et d'attention.
- la réalisation d'un pare-vapeur efficace côté intérieur des parois, la plupart des films étant très étanches à la vapeur d'eau,
- l'amélioration du calfeutrement : augmentation de l'étanchéité à l'air de parois non isolées si la réalisation est parfaite.

**Les Avis Techniques** apportent les réponses aux questions que se posent les professionnels et les particuliers.

- Ils confirment les conditions (fabrication, stockage, mise en œuvre...) à respecter pour obtenir la durabilité effective des performances,
- Ils valorisent les performances thermiques des procédés pour lesquels la qualité de la conception et de la mise en œuvre des ouvrages correspondants permet de bénéficier pleinement de la résistance thermique des lames d'air associées.
- Une utilisation non pertinente ou de mauvaises conditions de mise en œuvre peuvent conduire à des désordres (ex. : mauvaise ventilation des charpentes ou ossatures bois de maisons).

**A la date du 12 décembre 2007, plus d'une dizaine d'Avis Techniques ont été publiés dont un en écran de sous toiture : les textes sont disponibles sur [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr) rubrique Avis Technique, GS n°20.**

**Note :** Ces produits ne doivent pas être confondus ni avec les super-isolants sous vide (VIP) du fait de leur nature et de l'absence de vide au sein des produits, malgré leur faible épaisseur, ni avec les isolants nanostructurés.

## I. INTRODUCTION

Les produits réfléchissants opaques sont utilisés en France depuis la fin des années 1970, notamment en rénovation lorsque l'utilisateur ne dispose que de peu de place.

Le Groupe spécialisé n°20, constitué de professionnels représentant les différentes composantes de l'acte de construire, a estimé nécessaire de faire un point de l'état des connaissances en actualisant la note d'information publiée en Juin 2004.

Sur la base d'essais réalisés dans de nombreux pays, il est possible de déterminer comme pour les autres procédés d'isolation ou de complément d'isolation leurs performances en œuvre, ainsi que la durabilité de ces performances.

Certaines conditions de mise en œuvre et d'application dans les ouvrages pouvant conduire à des insuffisances de performances ou à de **graves désordres** : il est essentiel d'avertir les acteurs concernés et d'apporter des réponses aux questions que les artisans et les particuliers se posent dans leur quotidien.

## II. DENOMINATIONS

Les « **produits réfléchissants** », sont également désignés par les vocables :

- PMR
- IMMR
- Isolants minces multicouches
- Films, produits ou isolants minces réfléchissants
- Isolants thermo réfléchitifs, ou isolants minces par thermo réflexion,
- Barrières thermiques ou radiantes ou « isolants nouvelle génération

## III. DESCRIPTION

- Ils sont constitués d'une ou plusieurs couches de feuilles d'aluminium ou aluminisées de quelques micromètres d'épaisseur assemblées par collage, soudure ou couture. Ils comprennent des couches intermédiaires de différentes natures : mousse souple ou feutre d'origine animale, végétale ou de synthèse, polyéthylène à bulles...;
- L'épaisseur des *produits réfléchissants* varie de quelques millimètres jusqu'à quelques cm dans certains cas
- Leur présentation est le plus souvent en rouleaux.

## IV. RAPPEL DES PRINCIPALES GRANDEURS PRISES EN COMPTE POUR LA CARACTERISATION THERMIQUE DE L'ENVELOPPE

Les règles de calcul thermique selon les normes en vigueur, reconnues sur le plan européen et international, figurent dans les Règles ThU. L'édition de février 2007 consacre un chapitre complet aux produits réfléchissants dans le « fascicule 4 : Parois Opaques ».

Ces règles de calcul sont rappelées dans le Cahier du CSTB n°3330 d'Avril 2001. Le calcul des résistances thermiques des lames d'air selon les Règles Th-U est identique à celui des normes européennes. Ces règles sont identiques pour tous les matériaux et ouvrages ; elles prennent en compte les échanges par rayonnement (émissivité, réflexion), par conduction et par convection.

Un produit ou procédé d'isolation thermique de bâtiment est caractérisé par sa résistance thermique qui prend en compte son comportement en matière de convection, de conduction et de rayonnement :

### **La résistance thermique R en m<sup>2</sup>.K/W**

Plus la résistance thermique R d'un produit ou d'une paroi est élevée, meilleure est la performance d'isolation, ce qui diminue les déperditions en hiver et les apports solaires en été.

Selon le type de surface de produit ou de paroi, il y a lieu de mesurer la valeur d'émissivité

### **Emissivité $\epsilon$ :**

L'émissivité  $\epsilon$  est une propriété spécifique de la surface d'un objet caractérisant les échanges thermiques par rayonnement. Une émissivité de 0 correspond à un corps qui renvoie 100 % du rayonnement reçu et une émissivité de 1 correspond à un corps qui absorbe 100 % du rayonnement reçu (corps noir).

La plupart des produits de bâtiment ont une émissivité de 0,9. Les produits réfléchissants ont en général une émissivité inférieure à 0,1. L'émissivité du produit doit être évaluée après vieillissement. C'est cette valeur qui est à prendre en compte pour le calcul de la performance thermique. Une faible émissivité permet d'augmenter la résistance thermique d'une lame d'air en contact de 0,15 jusqu'à 0,50 m<sup>2</sup>.K/W environ, à condition qu'elle soit réellement étanche à l'air.

### **Facteur solaire S :**

Le facteur solaire est le rapport entre la quantité d'énergie solaire traversant une paroi en fonction de sa constitution et le flux énergétique solaire incident (flux lié à l'exposition, l'orientation...).

Pour une paroi opaque (isolée pour la thermique d'hiver avec des procédés d'isolation classiques), le facteur solaire est de l'ordre de 1 à 3 %. L'avis Technique du procédé utilisant un **produit** réfléchissant ou une barrière radiante fournit la valeur du facteur solaire S en fonction des paramètres pertinents et significatifs.

Pour évaluer le confort d'été et la récupération des apports solaires en hiver, la connaissance du facteur solaire est nécessaire selon les Règles Th-E et Th-C (voir aussi le cahier du CSTB n°3601 – Juin 2007 « Impact de l'isolation thermique de la toiture sur le confort d'été d'un logement »).

## Rappel des niveaux réglementaires d'isolation thermique des parois

### Bâtiments neufs :

Le niveau d'isolation d'un bâtiment neuf chauffé est fixé par la réglementation (RT2005 applicable depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2006).

Cette réglementation thermique élaborée par le Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement a pour but de limiter la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre des bâtiments neufs résidentiels ou non résidentiels.

Actuellement, cette réglementation fixe des valeurs de référence pour l'isolation thermique d'un bâtiment exprimées par des coefficients  $U_p$  ref des parois.

Le tableau ci-après traduit la résistance thermique  $R$  pour les parois complètes (entre parement fixes) <sup>(1)</sup>. Les résistances ont été obtenues à partir des coefficients  $U_p$  paroi par paroi, en retranchant la part due aux échanges superficiels :

R en m <sup>2</sup> .K/W		
	Zones H <sub>1</sub> et H <sub>2</sub>	Zone H <sub>3</sub>
Mur	2,6	2,3
Rampant et plancher de comble	4,9	3,9
Autre toiture	3,6	3,6
Plancher bas	3,6	2,5

(1) Valeurs de référence de la Réglementation Thermique du 24/05/2006, traduites en résistances thermiques équivalentes de paroi.

**Bâtiments existants :**

La réglementation des bâtiments existants comporte notamment l'arrêté du 3 mai 2007 applicable au 1<sup>er</sup> novembre 2007 qui fixe des niveaux minimaux de performances des parois lorsque des travaux d'isolation sont réalisés.

Les niveaux exigés\* sont les suivants :

Paroi	Résistance thermique minimale de la paroi pour les cas <u>les plus courants</u> ** en m <sup>2</sup> .K/W
Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente supérieure à 60°.	2,3
Murs en contact avec un volume non chauffé	2
Toitures terrasses.	2,5***
Planchers de combles perdus.	4,5
Rampants de toiture de pente inférieure 60°.	4
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif.	2,3
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé	2

\* Selon arrêté du 3 mai 2007 (<http://www.legifrance.gouv.fr> ).

\*\* Les cas de dérogation sont définis dans l'arrêté du 3 mai ci-dessus.

\*\*\* R = 2 jusqu'au 30 juin 2008.

## V. QUESTIONS-REPONSES : ROLE DES DOCUMENTS D'EVALUATION

<p><b>1- Quel est l'ordre de grandeur de la performance thermique d'un produit réfléchissant ?</b></p>	<p>Les recherches bibliographiques des essais menés dans les laboratoires aux USA, Canada, ainsi qu'en Allemagne, Angleterre, Belgique et France restituent les valeurs moyennes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ la Résistance thermique R <b>intrinsèque</b> (produit seul sans les lames d'air), varie généralement de 0,1 à 1 m<sup>2</sup>.K/W.</li> <li>○ La résistance thermique totale en œuvre du produit réfléchissant (en intégrant l'effet des lames d'air étanches obtenues en œuvre par construction) varie généralement de 0,5 à 2 m<sup>2</sup>.K/W</li> </ul>
<p><b>2- Quelles sont les méthodes de mesure et de calculs thermiques applicables à ces produits ?</b></p>	<p>Les méthodes normalisées utilisées selon la résolution n° 420 du CEN TC 89 du 28 mars 2007 pour les produits réfléchissants sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Normes pour la mesure de la résistance thermique : (EN 12667)</li> <li>- Plaque chaude gardée et fluxmètre (EN 12664 et EN 12667).</li> <li>- Boite chaude (EN ISO 8990).</li> <li>- Norme pour le calcul thermique = EN ISO 6946.</li> </ul> <p>Ces mesures permettent de déterminer la résistance thermique utile de chaque produit ou système <b>de façon identique dans toute l'Europe.</b></p>
<p><b>3- Comment est évaluée la performance thermique d'une paroi ?</b></p>	<p>La résistance thermique d'une paroi est évaluée soit par des essais, soit par calcul selon les méthodes définies dans les Règles de calcul Th-U et les normes européennes. La même méthode de calcul s'applique pour <u>toutes</u> les parois de bâtiment contenant ces produits dans <u>toute</u> l'Europe.</p> <p>Cette résistance, comme pour le cas de toutes les parois, prend en compte :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la résistance thermique intrinsèque du produit (cf. question 1 ci-dessus),</li> <li>- la résistance thermique des lames d'air éventuelles en contact direct avec ces produits.</li> </ul> <p>La résistance thermique des lames d'air dépend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de l'émissivité (normale corrigée utile) de la face externe du produit en regard de la lame d'air,</li> <li>- du sens du flux (horizontal, vertical ascendant, vertical descendant),</li> <li>- de l'épaisseur de la lame d'air (homogène),</li> <li>- du taux de ventilation de la lame d'air,</li> <li>- des températures de surface de la lame d'air.</li> </ul>

<p><b>4- Où peut-on trouver des valeurs validées ?</b></p>	<p>L'Avis Technique spécifique à chaque produit indique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les valeurs des résistances thermiques utiles des parois et des méthodes de calcul : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour chaque paroi,</li> <li>- selon le procédé de mise en œuvre,</li> <li>- en tenant compte des facteurs de vieillissement prévisibles des produits réfléchissants (altération ou non de l'émissivité).</li> </ul> </li> <li>• les conditions de mise en œuvre permettant d'obtenir la performance thermique précisent les conditions de réalisation des lames d'air.</li> </ul>
<p><b>5- Ces produits peuvent-ils être certifiés ?</b></p>	<p><b>CERTIFICATION</b></p> <p>Ces produits peuvent bénéficier d'une certification de produit ACERMI dans un cadre volontaire depuis février 2007.</p> <p>L'ACERMI certifie notamment la résistance thermique, l'émissivité et la constance de qualité.</p> <p>Cette certification est liée à l'Avis technique du produit qui définit les conditions de mise en œuvre et la performance en œuvre.</p>
<p><b>6- Ces produits doivent-ils avoir le marquage CE ?</b></p>	<p><b>MARQUAGE CE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les produits utilisés en écrans de sous toiture conformes à la norme EN 13859-1 doivent être marqués CE depuis le 30 septembre 2007,</li> <li>• Dans les autres cas d'utilisation, la procédure d'Agrément Technique Européen (ATE) peut s'appliquer pour l'apposition du marquage CE.</li> </ul>
<p><b>7- Comment ces produits contribuent-ils au confort d'été ?</b></p>	<p><b>CONFORT D'ETE</b></p> <p>La contribution au confort d'été est déterminée à partir de la connaissance du facteur solaire S, évalué dans l'Avis Technique du procédé.</p> <p>Cette contribution se calcule selon la méthode de calcul Th E. L'Avis Technique fournit au cas par cas le facteur solaire en fonction du mode de pose, du vieillissement prévisible des produits réfléchissants et de l'isolation complémentaire. Les principaux facteurs influant sur le facteur solaire sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'isolation complémentaire ou préexistante,</li> <li>- le coefficient d'absorption <math>\alpha</math> de la couverture,</li> <li>- la ventilation des lames d'air,</li> <li>- l'émissivité utile du produit réfléchissant</li> </ul> <p>Ces produits réfléchissants ne contribuent pas de façon significative à l'inertie thermique du bâtiment en raison de leur faible masse surfacique.</p>



<p><b>8- Ces produits sont-ils susceptibles de provoquer des désordres dans les bâtiments ?</b></p>	<p><b>RISQUES DE PATHOLOGIE</b></p> <p><b>A) TOITURES, MURS EXTERIEURS</b></p> <p>La plupart des produits réfléchissants sont très peu perméables à la vapeur d'eau et ne doivent en aucun cas (sauf Avis Technique particulier sur le système complet le spécifiant et précisant la pose d'un pare-vapeur continu de très faible perméance à la vapeur d'eau avec joint étanche entre lès et en périphérie) être placés <b>côté extérieur</b> des parois <b>sans ventilation en sous face</b> du produit réfléchissant (sur les éléments de structure ou charpente, <b>notamment</b> côté extérieur des parois MOB <b>à l'extérieur d'une isolation classique ou traditionnelle posée au préalable (souvent perméable à la vapeur d'eau).</b></p> <p>En effet, les risques de dégradations liés à la condensation sont importants car l'humidité accumulée peut :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- nuire aux charpentes en bois ou acier (isolation en rampant ou en plancher de comble perdu) : attaques par les agents de <b>dégradation du bois</b> en présence d'humidité <b>ou risque de corrosion,</b></li><li>- nuire aux ossatures des maisons à ossature bois ou métallique,</li><li>- nuire aux performances d'isolation des isolants situés côté intérieur (présence d'humidité),</li><li>- nuire aux performances des produits réfléchissants eux-mêmes <b>car l'émissivité peut se dégrader</b> rapidement avec l'humidité.</li></ul> <p>Les <b>Avis Techniques</b> portent sur des applications visant à limiter les risques de désordres ; ils précisent les règles en matière de risque de condensation pour éviter toute condensation <b>nuisible</b> dans les ouvrages. Par ailleurs, les règles de ventilation des bâtiments doivent être respectées.</p> <p><b>B) SOUS CHAPE DE PLANCHER</b></p> <p><b>IMPORTANT</b> : dans cet emploi, les faces peu émissives externes aux produits réfléchissants n'apportent aucun gain thermique en raison de l'absence d'espace d'air.</p> <p>En cas d'emploi en sous-face de chape rapportée sur plancher (plancher flottant), il convient de respecter la norme NF P 61 203. Cette norme prévoit des essais de fluage qui nécessitent un recul suffisant pour être interprétés.</p> <p>Dans cette utilisation, l'Avis Technique prévoit la réalisation d'essais spécifiques afin de déterminer l'aptitude à l'emploi, l'aptitude à la mise en œuvre et la durabilité.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>9- Quelle est l'incidence de l'étanchéité à l'air ?</b></p>	<p><b>DIMINUTION DES PERFORMANCES THERMIQUES PAR DEFAUT D'ETANCHEITE A L'AIR.</b></p> <p>Les lames d'air ne participent significativement à la résistance thermique de la paroi que si elles <u>sont étanches à l'air</u>.</p> <p>Il convient donc d'assurer leur étanchéité <u>de façon durable</u>, tant en partie courante qu'en périphérie et aux points singuliers, pour éviter le dépôt de poussières qui réduirait l'émissivité des parements ; en outre, en cas de défaut, la performance thermique calculée ne serait pas effective.</p> <p>L'Avis Technique précise les conditions de conception et de mise en œuvre qui permettent d'obtenir durablement l'étanchéité à l'air des lames d'air adjacentes. Des tests de durabilité sont prévus notamment sur les adhésifs utilisés pour jointoyer les produits.</p>
<p><b>10- Comment l'aptitude à l'emploi et la durabilité des procédés est-elle évaluée ?</b></p>	<p><b>APTITUDE A L'EMPLOI ET DURABILITE</b></p> <p>Les <b>Avis Techniques</b> sont délivrés sur la base du Guide Technique spécialisé qui prend en compte les essais à l'état initial et après vieillissement, la constance de qualité au travers des contrôles de production, la mise en œuvre et l'expérience sur chantier.</p> <p>Ces éléments permettent d'évaluer l'aptitude à l'emploi et la durabilité, ce qui n'est pas le cas d'un rapport d'essai individuel.</p> <p>Note : Le Guide Technique Spécialisé a été élaboré en 2003 par le Groupe Spécialisé n°20, avec le concours de la C2P (Commission Prévention Produit) et accepté par la Commission Générale des Avis Techniques. Il est disponible sur demande.</p>
<p><b>11- Quelles sont les performances acoustiques ?</b></p>	<p><b>PERFORMANCES ACOUSTIQUES</b></p> <p>La performance acoustique au bruit aérien <b>est limitée</b>, en raison de la faible masse surfacique des produits réfléchissants et de l'absence d'absorbant en face externe</p> <p>L'Avis Technique indique, le cas échéant, l'indice d'affaiblissement acoustique, l'indice d'isolement au bruit aérien et celui relatif au bruit de choc. Ils sont évalués à partir d'essais pertinents issus de laboratoires officiels appliquant les normes européennes en vigueur.</p>
<p><b>12- Y-a-t-il des risques sur le plan de la sécurité incendie ?</b></p>	<p><b>SECURITE INCENDIE</b></p> <p>Il convient d'appliquer la réglementation.</p> <p>Ces produits réfléchissants ne sont pas en général destinés à rester apparents sans protection feu adaptée.</p> <p>L'Avis Technique précise les applications qui satisfont les prescriptions réglementaires.</p>

<p><b>13- Comment interpréter les mesures de consommation énergétique in-situ ?</b></p>	<p><b>CONSOMMATIONS IN SITU</b></p> <p>Jusqu'à présent, les travaux européens menés depuis 20 ans par 12 instituts dans le cadre des programmes Passys, Paslink... n'ont pas permis d'aboutir à l'obtention d'une méthodologie de mesures qualitatives reproductibles des performances d'isolation thermique de parois avec des cellules tri dimensionnelles. En effet, ce type de mesure présente un niveau élevé d'incertitudes. Les fortes incertitudes résultent de la difficulté de relier la consommation d'un local à la performance thermique d'une ou plusieurs parois, compte tenu de la géométrie du local, de l'orientation des parois, des ponts thermiques spécifiques à ce local, des déperditions par renouvellement d'air, de la maîtrise des conditions d'ambiance intérieure (stratification des températures, vitesses d'air, évolution de la température dans le temps selon la régulation...), des parois isolées avec d'autres procédés(sol, porte...) et de l'influence des apports solaires.</p> <p><b>A) Mesures sur bâtiments occupés</b></p> <p>Elles nécessitent un grand nombre de bâtiments en raison de la forte incidence du mode d'occupation sur les consommations. Des écarts du simple au double sont courants et même avec une analyse détaillée, il est très difficile de remonter à la performance d'une paroi. A titre indicatif, les études de consommations pour l'établissement des réglementations françaises ont porté sur plus de 13 000 logements.</p> <p><b>B) Mesures sur bâtiments non occupés ou cellules de tests</b></p> <p>Des mesures de consommations peuvent être réalisées sur des cellules tri dimensionnelles, chauffées en hiver ou refroidies en été.</p> <p>Lorsque des mesures comparatives sont effectuées sur plusieurs cellules placées sur le même site, il convient dans un premier temps de s'assurer que l'énergie comptabilisée l'est soit en chauffage soit en refroidissement (risque de cumul avec pompe à chaleur réversible).</p> <p>En prenant beaucoup de précautions, on constate généralement que les mesures de consommation confirment l'ordre de grandeur des calculs thermiques cités au chapitre III :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les parois non étanches à l'air présentent de mauvais résultats quel que soit l'isolant ou le produit utilisé,</li> <li>- les parois étanches à l'air, avec des isolations réalisées conformément aux règles de l'art, présentent des résultats proches des valeurs calculées.</li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

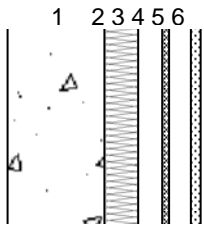
<p><b>14- Ces produits sont-ils meilleurs que d'autres sur le plan sanitaire et environnemental ?</b></p>	<p><b>IMPACT SANITAIRE ET ENVIRONNEMENTAL</b></p> <p>Il n'y a pas de réponse globale, l'analyse doit se faire produit par produit et doit prendre en compte l'analyse de cycle de vie du produit depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie (mise en décharge ou revalorisation prouvée).</p> <p>Dans le cadre de l'Avis Technique, la base publique INES (<a href="http://www.inies.fr/">http://www.inies.fr/</a>) renseigne sur les déclarations environnementales et sanitaires conformes à la norme NF P 01 010.</p>
<p><b>15- Ces produits peuvent-ils faire office d'écran de sous toiture?</b></p>	<p><b>ECRAN DE SOUS TOITURE</b></p> <p>Les produits réfléchissants utilisés comme écran de sous toiture sont évalués par un Avis Technique. Cet Avis vise alors les performances du produit à la fois comme écran de sous-toiture et comme élément contribuant à l'amélioration thermique d'été et, le cas échéant, d'hiver de la toiture et décrit sa mise en œuvre.</p> <p>L'utilisation en écran sous toiture nécessite :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- soit une ventilation en sous face,</li> <li>- soit une perméance élevée à la vapeur d'eau de l'écran.</li> </ul>
<p><b>16- Quels sont les documents de références ?</b></p>	<p><b>DOCUMENTS DE REFERENCE</b></p> <p>Le principe du fonctionnement thermique des produits réfléchissants est décrit dans les documents ci-dessous.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Règles ThU – Edition février 2007,</li> <li>- <b>Avis Techniques</b> (<a href="http://www.cstb.fr">www.cstb.fr</a>, rubrique Evaluations Avis Techniques).</li> <li>- Cahier n°3330 du CSTB Avril 2001,</li> <li>- e-cahier 3601, juin 2007 « Impact de l'isolation thermique de la toiture sur le confort d'été d'un logement ».</li> <li>- CSTB Magazine n°134 de mars-avril 2001.</li> </ul> <p>Ces documents sont disponibles au CSTB sur demande.</p> <p>L'Avis Technique fournit pour chaque produit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la résistance thermique utile des produits réfléchissants,</li> <li>- la résistance thermique utile des lames d'air,</li> <li>- la méthode de calcul des ponts thermiques intégrés (ponts thermiques linéiques ou ponctuels).</li> </ul> <p>Les règles de calcul thermique sont définies dans les Règles Th-U, notamment dans le fascicule 4/5 « Parois opaques » au paragraphe 3.8.7 « Produits réfléchissants »</p>
<p><b>17- Dans le cas où un produit réfléchissant est déjà posé, peut-on mettre un produit traditionnel côté intérieur?</b></p>	<p>En aucun cas un produit isolant traditionnel (souvent perméable à la vapeur d'eau) ne peut être posé côté intérieur d'un produit réfléchissant étanche à la vapeur d'eau, sauf si la lame d'air en sous face du produit réfléchissant est ventilée sur l'extérieur en parties haute et basse ou si le procédé d'isolation de la paroi est défini dans un Avis Technique précisant les conditions de mise en œuvre des différents éléments (pare-vapeur, isolant traditionnel, produit réfléchissant, etc).</p>

**ANNEXE :****Exemple 1 : mur**

Dans le cas d'un mur en maçonnerie enduite de blocs creux en béton avec un produit posé du côté intérieur, on obtient les valeurs données dans les tableaux ci-après.

La résistance thermique de la paroi comprend celle du mur, de l'isolant traditionnel, des lames d'air, du produit réfléchissant et du parement intérieur.

La réalisation de lames d'air non ventilées et non communicantes avec l'extérieur exige beaucoup de soin.

**Exemple de pose en mur : pose en complément d'isolation**

- 1 mur support
- 2 isolant traditionnel ou posé au préalable »
- 3 1<sup>ère</sup> lame d'air,
- 4 produit réfléchissant,
- 5 2<sup>ème</sup> lame d'air,
- 6 parement intérieur

Exemple d'une paroi avec deux lames d'air étanches à l'air et produit réfléchissant de  $R=0,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  avec une émissivité utile de 0,05 (valeur de l'Avis Technique)

- 1  $R_{\text{mur support}}$
  - 2  $R_{\text{isolant « traditionnel ou posé au préalable »}}$
  - 3 + 0,53 (lame d'air)
  - 4 + 0,20 (produit réfléchissant)
  - 5 + 0,53 (lame d'air)
  - 6 + 0,05 (parement intérieur)
- $R_{\text{mur total}} = 1,31 + R_{\text{mur support}} + R_{\text{isolant traditionnel}} \text{ m}^2\text{K/W}$

Niveau réglementaire en neuf en  $\text{m}^2\text{K/W}$  selon tableau en IV:

$R = 2,3$  ou  $2,6$

Exemple de paroi avec deux lames d'air étanches à l'air et produit réfléchissant de  $R=0,60 \text{ m}^2\text{K/W}$

- 1  $R_{\text{mur support}}$
  - 2  $R_{\text{isolant « traditionnel ou posé au préalable »}}$
  - 3 + 0,53 (lame d'air)
  - 4 + 0,60 (produit réfléchissant)
  - 5 + 0,53 (lame d'air)
  - 6 + 0,05 (parement intérieur)
- $R_{\text{mur total}} = 1,71 + R_{\text{mur support}} + R_{\text{isolant traditionnel}} \text{ m}^2\text{K/W}$

Les résistances superficielles et les ponts thermiques ne sont pas pris en compte dans ces valeurs.

Les valeurs ci-dessus correspondent à des cas de pose respectant les points suivants :

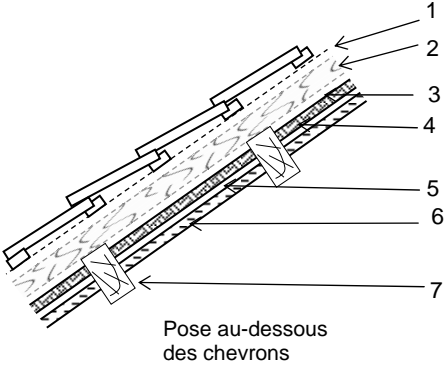
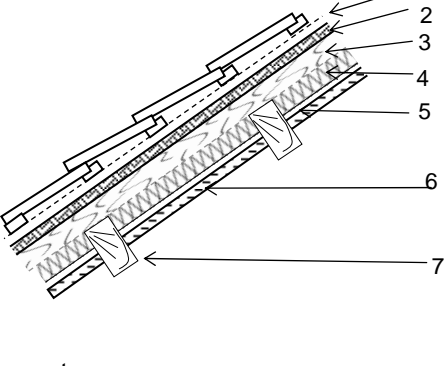
- épaisseur minimale des lames d'air de 2 cm,
- étanchéité à l'air entre lès et en périphérie

Les **Avis Techniques** précisent les configurations de pose permettant de respecter ces exigences.

**Exemple 2 : toiture avec rampant**

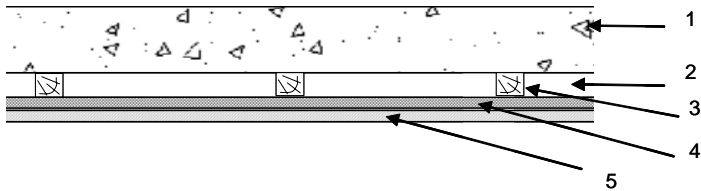
Couverture + lame d'air ventilée + produit + lame d'air non ventilée + parement intérieur

La réalisation de lames d'air non ventilées et non communicantes avec l'extérieur exige beaucoup de soin.

<b>Exemple de pose en rampant de toiture : pose en complément d'isolation</b>		
 <p style="text-align: center;">Pose au-dessous des chevrons</p> <p>1 couverture 2 isolant « traditionnel ou posé au préalable » : inséré entre chevrons 3 1<sup>ère</sup> lame d'air, 4 produit réfléchissant, 5 2<sup>ème</sup> lame d'air, 6 parement intérieur 7 panne intermédiaire</p>	<p>pose <u>par l'intérieur</u> (sous chevrons par exemple) avec une isolation posée au préalable et la réalisation de deux lames d'air <u>étanches à l'air</u> et produit réfléchissant de <math>R=0,20 \text{ m}^2\text{K/W}</math> avec <b>une émissivité utile de 0,05</b> (valeur de l'Avis Technique) :</p> <p>1 0 (couverture + 1<sup>ère</sup> lame d'air ventilée) 2 + <math>R_{\text{isolant}}</math> « traditionnel inséré entre chevrons » 3 + 0,37 (1<sup>ère</sup> lame d'air) 4 + 0,20 (produit réfléchissant en complément) 5 + 0,37 (2<sup>ème</sup> lame d'air) 6 + 0,05 (parement intérieur) <math>R_{\text{toiture total}} = 0,99 + R_{\text{isolant}}</math> « traditionnel ou posé au préalable »</p> <p>Exemple de rampant de comble avec deux lames d'air <u>étanches à l'air</u> et produit réfléchissant de <math>R=0,60 \text{ m}^2\text{K/W}</math></p> <p>1 0 (couverture + 1<sup>ère</sup> lame d'air ventilée) 2 + <math>R_{\text{isolant}}</math> « traditionnel ou posé au préalable » 3 + 0,37 (1<sup>ère</sup> lame d'air étanche à l'air) 4 + 0,60 (produit réfléchissant en complément) 5 + 0,37 (2<sup>ème</sup> lame d'air étanche à l'air) 6 + 0,05 (parement intérieur) <math>R_{\text{toiture total}} = 1,39 + R_{\text{isolant}}</math> « traditionnel ou posé au préalable »</p>	<p>Niveau réglementaire en neuf en <math>\text{m}^2\text{K/W}</math> selon tableau en IV:</p> <p style="text-align: center;"><math>R = 3,9</math> ou <math>4,9</math></p>
 <p>1 couverture 2 produit réfléchissant <u>perméable à la vapeur d'eau</u> 3 Chevrons et 1<sup>ère</sup> lame d'air étanche à l'air 4 isolant « traditionnel ou posé au préalable » 5 2<sup>ème</sup> lame d'air étanche à l'air 6 parement intérieur 7 panne intermédiaire</p>	<p>pose <u>par l'extérieur</u> (sur chevrons par exemple) avec une isolation posée au préalable et la réalisation d'une seule lame d'air <u>étanche à l'air</u> en sous face et produit réfléchissant <b>perméable à la vapeur d'eau</b> :</p> <p>1 0 (couverture + 1<sup>ère</sup> lame d'air ventilée) 2 + 0,20 (produit réfléchissant) valeur de l'Avis technique 3 + 0,37 (2<sup>ème</sup> lame d'air étanche à l'air) 4 + <math>R_{\text{isolant}}</math> « traditionnel ou posé au préalable » 5 + 0,05 (parement intérieur)</p> <p><math>R_{\text{toiture total}} = 0,62 + R_{\text{isolant}}</math> « traditionnel ou posé au préalable »</p> <p>Les résistances superficielles et les ponts thermiques ne sont pas pris en compte dans ces valeurs.</p>	<p style="text-align: center;"><math>R = 3,9</math> ou <math>4,9</math></p>
<p>Les valeurs ci-dessus correspondent à des cas de pose respectant les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- épaisseur minimale des lames d'air de 2 cm,</li> <li>- étanchéité à l'air entre lès et en périphérie</li> </ul> <p>Les <b>Avis Techniques</b> précisent les configurations de pose permettant de respecter ces exigences.</p>		

**Exemple 3 : pose en sous-face de plancher bas**

La réalisation de lames d'air non ventilées et non communicantes avec l'extérieur exige beaucoup de soin.

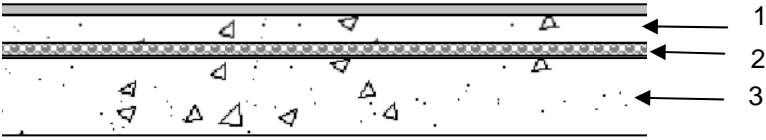
<p>Résistance thermique R en m<sup>2</sup>K/W en partie courante d'un plancher avec un produit réfléchissant de R = 0,20 et une émissivité utile de 0,05 (valeur de l'Avis Technique)</p> <p>Exemple : Plancher bas en flux descendant</p>
<p>Avec <b>une seule lame</b> d'air étanche à l'air de 2 cm d'épaisseur minimum</p>
<p>Plancher bas</p>  <p>The diagram shows a cross-section of a floor assembly. At the top is a layer of reflective product, indicated by a stippled pattern and labeled '1'. Below this is a thin air gap, labeled '2'. Underneath the air gap is a thin layer, labeled '3'. Below that is a thicker layer, labeled '4'. At the bottom is the structural floor slab, labeled '5'. Arrows point from the labels to the corresponding layers.</p>
<p>Cette pose peut engendrer des risques de condensation sur le produit réfléchissant, notamment sur un local non chauffé.</p>

**Exemple 4 : pose sous chape****Ce cas peut entraîner un risque de pathologie.**

**La contribution des faces réfléchissantes est nulle puisqu'il ne peut y avoir de lame d'air. De plus, il convient que les produits réfléchissants soient conformes à la NF P 61 203 et DTU 51.2, 26.2.** Il convient en outre de vérifier la durabilité du produit et le maintien de son épaisseur dans le temps (fluage cf. Question 6–réponse B).

A titre indicatif, la résistance thermique minimale exigée selon la norme EN 1264-4 : 2001 d'une isolation sous chape ou sous dalle flottante est fonction des conditions thermiques sous la structure du plancher et au minimum égale à 0,75 m<sup>2</sup>K/W (cas d'un plancher sur pièce chauffée en dessous).

L'émissivité du produit ne peut pas être prise en compte car il n'y a pas de lame d'air. Dans ce cas, il s'agit d'une sous couche mince de désolidarisation qui doit répondre aux exigences de la norme NF P 61-203

 <p> <math>R_{\max} = 0,10</math> (dalle) + 0,20 (produit) + 0,033 (chape + revêtement) = 0,33 m<sup>2</sup>K/W         </p> <p><b>Figure</b> : résistance thermique du plancher en partie courante (flux ascendant ou descendant)</p> <p><b>Légende :</b></p> <p>1 : chape + revêtement            2 : produit réfléchissant            3 : dalle support</p> <p> <math>R_{\text{plancher}}</math>            2 et 3 + 0,30 (lame d'air et tasseaux)            4 + 0,20 (produit réfléchissant)            5 + 0,05 (parement intérieur)  <math>R_{\text{plancher total}} = 0,55 + R_{\text{plancher}}</math> m<sup>2</sup>K/W         </p>	<p>Niveau réglementaire en neuf en m<sup>2</sup>K/W selon tableau en IV:</p> <p>R = 2,5 et 3,6 en plancher bas</p> <p>R = 3,9 ou 4,9 en plancher haut</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**En conclusion :**

Afin de satisfaire les niveaux réglementaires, en neuf et dans l'existant, il convient d'utiliser ces produits en tant que compléments d'isolation du côté intérieur d'un bâtiment.