

Avis Technique 20/12-251

Procédé d'isolation thermique par soufflage sur planchers de combles

*Isolation thermique de
planchers de combles
perdus*

*Thermal insulation Heat
insulation of floors of lost
roof*

*Wärmeschutz von Böden
verlorenen daches*

Cellisol Zéro® soufflage sur planchers de comble

Titulaire : EXCEL INDUSTRIES LIMITED
Maerdy Industrial Estate (South)
Rhymney
Gwent
NP 22 5PY
United kingdom

Tél. : 44 16 85 84 52 00
Fax : 44 16 85 84 41 06
Internet : www.excel fibre.com

Distributeur : S.E.M.I. SARL
Siège social administratif et commercial
La grande Gazagne
FR - 30360 CRUVIERS LASCOURS

Tél. : 04 66 30 70 32
Fax : 04 66 61 33 97
Internet : www.cellisol.com
E-mail : cellisol@wanadoo.fr

Usine : EXCEL INDUSTRIES
Maerdy Industrial Estate (South)
Rhymney
Gwent
NP 22 5PY
United kingdom

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

(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 20

Produits et Procédés Spéciaux d'Isolation

Vu pour enregistrement le 20 août 2012

Le Groupe Spécialisé n° 20 « Produits et procédés spéciaux d'isolation » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application a examiné, le 14 juin 2012, le procédé d'isolation thermique par soufflage sur planchers de combles Cellisol Zéro® présenté par EXCEL INDUSTRIES LIMITED. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique 20/12-251 ci-après pour la France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé d'isolation thermique de planchers de combles perdus non aménagés ou difficilement accessibles par soufflage de fibres de cellulose adjouvantées.

Le produit est uniquement installé par soufflage pneumatique.

1.2 Identification

Les produits mis sur le marché portent sur le sac les informations suivantes :

- désignation commerciale du produit,
- le numéro de l'Avis Technique,
- nom et référence du fabricant,
- masse du sac,
- le code de fabrication (date et heure),
- masse volumique en œuvre en fonction du domaine d'utilisation.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Isolation de planchers étanches à l'air au-dessus de locaux d'hygrométrie faible ou moyenne de bâtiments d'habitation ou non résidentiel dont la constitution est conforme aux règles générales visées au Cahier des Prescriptions Techniques.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitudes à l'emploi

Stabilité

Le procédé ne participe, en aucun cas, à la stabilité des ouvrages isolés.

Sécurité incendie :

Dispositions générales

- Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.
- Le procédé permet de satisfaire les exigences en vigueur. Il y a lieu de vérifier la conformité :
 - Des installations électriques,
 - Des dispositions relatives aux distances de sécurité entre le conduit et l'élément combustible conformément au NF DTU 24.1.

Dispositions relatives aux bâtiments d'habitation

Les parements intérieurs doivent répondre aux critères du « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (Cahier CSTB 3231) – paragraphe 5.2 notamment, et être posés conformément aux DTU et Avis Techniques en vigueur.

Dispositions applicables aux bâtiments relevant du code de travail

Les bâtiments relevant du code de travail visés dans le domaine d'application du dossier technique sont les bâtiments dont le dernier plancher accessible est à moins de 8 m du sol. Il convient de se référer au cahier CSTB 3231. Les parements intérieurs doivent répondre aux critères du « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie » (Cahier CSTB 3231)

Dispositions relatives aux établissements recevant du public

Dans le cas particulier des ERP, se reporter au guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP (annexe à l'arrêté publié au J.O. du 28 juillet 2007).

Données environnementales et sanitaires

Il n'existe pas de Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) pour Cellisol Zéro® soufflage sur planchers de comble. Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Isolation thermique

La résistance thermique R_u du remplissage est donnée pour une masse volumique comprise entre 30 et 38 kg/m³ dans le tableau en annexe de cet Avis sur la base de la valeur par défaut de la conductivité thermique utile de 0,049 W/(m.K) définie par la réglementation thermique (règles Th-U) :

Une fois définie la résistance thermique utile de l'isolation thermique en partie courante R_u , le coefficient U_p du plancher s'obtient ci-après en tenant compte des coefficients de déperdition linéique et ponctuelle :

$$U_p = \frac{1}{R_{si} + R_{c1} + R_{c2} + R_{se}} + \frac{\sum \psi_i L_i}{A}$$

Où

U_p = Coefficient de transmission surfacique global du plancher isolé, en W/(m²K),

R_{si} et R_{se} = résistances superficielles, m²K/W.

R_{c1} = Résistance thermique utile de l'isolation rapportée en partie courante, m²K/W.

R_{c2} = Résistance thermique des autres éléments de plancher en partie courante (parements, ...), en m²K/W.

ψ_i = Coefficient de déperdition linéique correspondant aux éléments d'ossature bois éventuels, déterminé selon les règles Th-U, en W/(m.K).

L_i = Longueur des ossatures pour la surface considérée A , en m.

A = Surface du plancher considérée pour le calcul, en m².

Étanchéité

- A l'air : Le produit n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à l'air de la paroi,
- A l'eau : Le produit n'est pas destiné à assurer l'étanchéité à l'eau.

2.2 Durabilité

Le respect des règles indiquées dans le Cahier des Prescriptions Techniques ci-après permet normalement de protéger le matériau des pénétrations d'eau liquide et de limiter les risques de condensation qui nuiraient à la bonne conservation des caractéristiques du produit.

Le produit Cellisol Zero® est capillaire, hydrophile et hygroscopique. Le produit est susceptible d'absorber jusqu'à 15% d'humidité par rapport à son poids. Cependant, les risques d'altération d'ordre fongique sont limités pour le domaine d'emploi revendiqué. Le produit, une fois en place, est perméable à la vapeur d'eau.

Moyennant les précautions d'emploi prescrites à proximité des orifices de ventilation, la nature fibreuse du produit isolant diminue convenablement les risques de déplacement dus au mouvement de l'air ou aux variations de pression d'air dans le comble.

L'utilisation du produit en soufflage sur plancher de combles est caractérisée par un tassement dans le temps de 20% environ de l'épaisseur initiale après soufflage (valeur par défaut définie dans les règles Th-U), valeur dont il a été tenu compte pour la détermination des performances d'isolation thermique.

Lorsqu'aucune surface de circulation n'est prévue au-dessus de l'isolation d'un comble accessible il est interdit de marcher sur l'isolant soufflé. En cas de besoin, un cheminement spécifique sera réalisé.

2.2.3 Fabrication et contrôle.

Le produit fait l'objet d'une fabrication contrôlée à tous les stades.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.3.1 Conditions de conception

La conception et l'exécution des travaux doivent être conformes au document « Procédés d'isolation par soufflage d'isolant en vrac faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application » (Cahier du CSTB 3693, avril 2011) notamment du point de vue des distances de sécurité autour des conduits de fumée et de la conformité des installations électriques qui seront incorporées dans l'isolation.

L'évaluation des risques de condensation et les caractéristiques des pare-vapeurs éventuels doivent être conformes au document « Règles

générales de mise en œuvre des procédés et produits d'isolation thermiques rapportée sur planchers de greniers et combles perdus faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB 3647, novembre 2008).

Le DTU 25.41 admet une charge admissible sur une plaque de plâtre de 10 daN/m². Cette charge peut être atteinte dès l'application de 26 cm de ouate. De ce fait pour une application sur plaque de plâtre BA 13, d'une épaisseur supérieure à 26 cm de ouate, une étude spécifique doit être menée pour assurer la stabilité de l'ouvrage.

2.32 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre sera effectuée selon le Dossier Technique, notamment du point de vue du respect de :

- la masse volumique minimale et de la masse volumique maximale du produit soufflé (cf. Dossier technique).
- l'épaisseur minimale uniformément obtenue, mesurée suivant les « Règles générales » ci-dessus mentionnées.
- la résistance thermique utile.

Il y a lieu de ne pas mettre le matériau en contact avec des conduits de fumée et de vérifier la conformité des installations électriques. Il convient de respecter la distance de sécurité selon le DTU 24-1.

En cas d'orifices de ventilation placés à proximité du matériau, la vaporisation d'un nuage d'eau en surface doit être effectuée.

Canalisations électriques

Il faut s'assurer que les canalisations électriques posées dans les vides de construction sont placées sous conduit non propagateur de la flamme (P).

2.33 Assistance technique

La Société SEMI confie la mise en œuvre à des entreprises spécialisées qui sont formées par ses soins ou par des personnes habilitées à le faire. Elle assure la formation des équipes d'application et elle met à leur disposition un service d'assistance technique permanent.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du système dans le domaine d'emploi est appréciée favorablement.

Validité 3 ans

Jusqu'au 30 juin 2015.

*Pour le Groupe Spécialisé n°20
Le Président*

François MICHEL

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Les valeurs de résistance thermique tiennent compte d'un tassement forfaitaire (valeur par défaut définie par les règles Th-U). A la date de formulation du présent Avis, cette valeur forfaitaire est de 20%. A compter du 1er janvier 2013, la valeur tabulée de tassement sera modifiée dans les règles Th-U.

Le produit Cellisol Zéro® se distingue du produit antérieur Cellisol 300® de part des adjuvants utilisés. Cellisol Zéro® ne contient pas de dérivés du bore.

Il a été testé pour présenter des caractéristiques de réaction au feu et de résistance aux moisissures permettant d'apprécier sa durabilité pour le domaine d'emploi revendiqué.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°20

Maxime ROGER

Tableau 1 : Résistance thermique en fonction de l'épaisseur installée et pouvoir couvrant (soufflage sur un plancher sans ossature apparente) pour une conductivité thermique utile égale à 0.049 W/m.K (valeur définie dans la réglementation thermique (règles Th-U)) et un tassement de 20% (valeur par défaut définie dans les règles Th-U).

Résistance thermique R (m ² K/W)	Epaisseur minimale à installer (mm)	Epaisseur utile après tassement (mm)	Nombre de sacs minimal pour 100 m ² masse volumique minimale 30 kg/m ³ Sacs de 10 kg	Nombre de sacs minimal pour 100 m ² masse volumique minimale 30 kg/m ³ Sacs de 12 kg
0.80	50	40	15	13
1.10	70	56	21	18
1.60	100	80	30	25
1.75	110	88	33	28
1.95	120	96	36	30
2.10	130	104	39	33
2.25	140	112	42	35
2.40	150	120	45	38
2.60	160	128	48	40
2.75	170	136	51	43
2.90	180	144	54	45
3.10	190	152	57	48
3.25	200	160	60	50
3.40	210	168	63	53
3.55	220	176	66	55
3.75	230	184	69	58
3.90	240	192	72	60
4.05	250	200	75	63
4.20	260	208	78	65
4.40	270	216	81	68
4.55	280	224	84	70
4.70	290	232	87	73
4.85	300	240	90	75
5.05	310	248	93	78
5.20	320	256	96	80
5.35	330	264	99	83
5.55	340	272	102	85
5.70	350	280	105	88
5.85	360	288	108	90
6.00	370	296	111	93
6.20	380	304	114	95
6.35	390	312	117	98
6.50	400	320	120	100
6.65	410	328	123	103
6.85	420	336	126	105
7.00	430	344	129	108
7.15	440	352	132	110
7.30	450	360	135	113

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. DESCRIPTION

1. Principe

Procédé d'isolation thermique des planchers de combles non aménageables ou perdus par soufflage de fibres de cellulose traitées, obtenues à partir de papier journal de recyclage broyés.

2. Domaine d'application

Tous types de combles non aménagés ou difficilement accessibles des bâtiments à usage d'habitations ou non résidentiels, à faible ou moyenne hygrométrie. Le plancher support destiné à recevoir l'isolation doit être étanche à l'air.

L'épandage manuel n'est pas visé par ce Dossier Technique.

Le produit ne doit pas être mis en œuvre au-dessus de locaux à forte hygrométrie.

3. Description du produit

Le produit Cellisol Zéro® issu du broyage de papiers sélectionnés ou de journaux invendus, se présente sous forme de particules fibreuses de couleur grise. Le produit est traité avec des adjuvants ignifuges et un biocide, garantissant respectivement la performance au feu et la résistance aux moisissures de l'isolant thermique.

La composition de Cellisol Zéro® à température ambiante est :

- 90% massique de ouate de cellulose,
- 10% massique d'adjuvants.

La composition des adjuvants (nature et teneur) est confidentielle, propriété industrielle de EXCEL INDUSTRIES LIMITED et fait l'objet d'une fiche technique remise au CSTB.

La substance active du biocide est soutenue dans le TP 9 « Produits de protection des fibres, du cuir, du caoutchouc et des matériaux polymérisés » au titre de la Directive Biocide 98/8/CE concernant la mise sur le marché des produits biocides.

Le fabricant dispose d'une fiche de données de sécurité (FDS) conforme à l'Annexe 2 du règlement Reach.

3.1 Caractéristiques :

- Masse volumique en œuvre : 30 à 38 kg/m³.
- Conductivité thermique: 0,049W/(m.K) (valeur par défaut définie dans les règles Th-U).
- Taux d'humidité (à titre indicatif) : 7.5 % (23°C, 50% RH).
- Tassement : 20% (valeur par défaut définie dans les règles Th-U).
- Résistance au développement fongique : inerte.
- Réaction au feu : Euroclasse C-s2, d0.

3.2 Conditionnement :

- Emballage : sac polyéthylène de 10 kg (0, +1,4 kg) et 12 kg (0, +1,4 kg).
- Conditionnement : par palettes.
- Stockage : à l'abri des intempéries et des UV.
- Etiquetage : conforme au §1.2 « identification » de l'Avis.

4. Fabrication et contrôles

Le produit Cellisol Zéro® est fabriqué par la Société EXCEL INDUSTRIES LIMITED dans son usine au Royaume Uni.

4.1 Description succincte

La chaîne de production comprend un tapis d'alimentation permettant l'acheminement des vieux journaux jusqu'à un poste de fragmentation où ils sont réduits.

Les morceaux ainsi obtenus passent devant un détecteur de métaux, puis sont de nouveau fragmentés avant d'être cardés.

Un ensemble doseur automatique alimente les adjuvants en fonction du taux de matière.

En sortie machine, le produit est ensaché, pesé, marqué et palettisé.

4.2 Contrôles en usine

4.2.1 Contrôles matières premières

- Papier : absence de corps étranger et de papiers impropres (papiers mouillés, glacés, etc).
- Adjuvants : certificats producteurs.

4.2.2 Contrôles produits finis

L'ensemble des contrôles ainsi que la méthodologie appliquée sont précisés en annexe (§ D. Tableau 2).

4.2.3 Contrôles externes

L'usine est auditée une fois par an par le laboratoire suédois SP, allemand MPA et deux fois par an le laboratoire anglais BBA pour les besoins des différents agréments.

5. Mise en œuvre

5.1 Description de la technique utilisée

Le matériau se place par soufflage pneumatique. L'épandage manuel n'est pas visé par ce Dossier Technique.

5.2 Reconnaissance du comble et préparation du plancher

La reconnaissance du comble et la préparation du plancher se fait conformément aux préconisations de mise en œuvre décrites dans le paragraphe 5.1 – Opérations préalables à la mise en œuvre du Cahier 3693 (édition avril 2011).

La mise en place d'un pare-vapeur peut s'avérer nécessaire. Son utilité et ses caractéristiques sont déterminées selon les prescriptions du CPT 3647 « Mise en œuvre des procédés d'isolation thermique rapportée en planchers de greniers et combles perdus faisant l'objet d'un Avis Technique ».

5.3 Accès au chantier à isoler

Fonction du bâtiment, l'accès peut s'effectuer :

- Par la trappe d'accès au comble.
- Par le toit.
- Par le garage.

5.4 Equipement

Machine de soufflage transportable comportant un bac d'alimentation, des pales de décompactage permettant d'aérer la fibre, une turbine pulsant l'isolant dans un tuyau de transport. L'équipement étant généralement commandé à distance par télécommande.

Toutes les machines de soufflage pour isolant de cellulose disponibles sur le marché peuvent être utilisées pour la mise en œuvre du produit.

5.5 Mise en œuvre

Le matériau se place par soufflage pneumatique sur la surface d'un plancher ou entre solives ou solivettes d'un plafond suspendu à ossature apparente.

Le réglage de la machine est effectué par l'applicateur en fonction des caractéristiques d'isolation attendues (masse volumique et épaisseur).

Le soufflage est effectué en commençant par les parties les plus éloignées en se dirigeant progressivement vers le point de sortie.

L'extrémité du tuyau de soufflage est soit introduit dans la couche isolante en formation ou soit tenu horizontalement à une hauteur permettant au produit d'atteindre la zone à isoler.

L'épaisseur appliquée doit tenir compte du tassement de la ouate de cellulose dans le temps (cf *Tableau 1*). Un contrôle continu à l'aide des réglettes témoins ou du marquage sur les bois de charpente permettra

d'appliquer l'épaisseur prévue et d'assurer sa régularité de la couche d'isolation.

Les repérages (boîte de dérivation,...) se feront préférentiellement au fur et à mesure de l'avancement de l'application.

Le flux maximal de matière est ajusté sur la machine. Le débit d'air est réglé à la quantité nécessaire pour la mise en mouvement dans le tuyau.

Pour les planchers où la couche d'isolation est en contact avec de l'air en mouvement (cas de comble ventilés ou présentant des orifices de ventilation en partie basse), la surface d'isolation doit être vaporisée par un brouillard d'eau en commençant par la partie la plus éloignée, en suivant avec un retard de 1 à 2 mètres la mise en place de la couche d'isolation afin d'obtenir, après séchage, un croutage limitant le déplacement de l'isolant.

Il est recommandé de ne pas marcher sur l'isolant soufflé, même crouté. En cas de besoin, un cheminement spécifique sera réalisé.

5.6 Caractéristiques de l'isolation posée

Résistance thermique

La résistance thermique est déduite de l'épaisseur de ouate mesurée associée à la masse volumique en œuvre (cf. Tableau 1).

Epaisseur posée et pouvoir couvrant

La vérification de l'épaisseur d'isolant est effectuée conformément aux préconisations décrites dans le paragraphe 5.3.2 – Mesure de l'épaisseur du Cahier 3693 (édition avril 2011).

Le calcul du pouvoir couvrant est effectué conformément aux préconisations décrites dans les paragraphes 5.3.3 – Volume réel occupé par l'isolant et 5.3.4 – Pouvoir couvrant du Cahier 3693 (édition avril 2011).

Masse volumique en œuvre

Le calcul de la masse volumique réelle mise en œuvre est effectué à partir :

- De l'épaisseur de ouate mesurée
- Du volume réel occupé par l'isolant
- De la masse d'isolant mise en œuvre

Le calcul du volume réel occupé par l'isolant ainsi que de la masse d'isolant mise en œuvre est effectué conformément aux préconisations décrites dans les paragraphes 5.3.1 et 5.3.3 du Cahier 3693 (édition avril 2011).

5.7 Fiche relative au chantier réalisé

Cette fiche doit contenir à minima les informations listées dans le paragraphe 5.4 – Fiche chantier du Cahier 3693 (édition avril 2011). Elle précise également la masse volumique en œuvre.

Cette fiche est établie en trois exemplaires (Formulaire disponible auprès du fournisseur ou par téléchargement sur le site internet du fabricant).

Un exemplaire accompagné d'une étiquette de sac ou d'un sac est agrafé dans le comble à un endroit facile d'accès pour la lecture. Un exemplaire est conservé par l'entreprise. Un exemplaire est remis au maître d'ouvrage avec la facture.

En début de chantier un engagement signé par l'applicateur précise le nombre de sacs prévus. Le client est tenu de conserver ces pièces justificatives qui feront foi en cas d'expertise.

5.8 Consignes relatives à la protection des applicateurs

Le fabricant dispose d'une fiche de données de sécurité (FDS) conforme à l'Annexe 2 du règlement Reach.

L'applicateur est tenu de respecter les dispositions de protection individuelle et collective figurant sur la fiche INRS FT 282 :

<http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/recherche-fichetox-criteres.html>

L'applicateur doit respecter l'ensemble des dispositions légales et réglementaires destinées à protéger l'hygiène et la sécurité au travail :

Règles générales de prévention des risques chimiques :

Art. R. 231-54 à R. 231-54-17 du Code du travail

Aération et assainissement des locaux :

Art R.232 à 232-5-14 du Code de travail.

Circulaire du ministre du travail du 9 mai 1985.

Arrêtes des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 oct. 1987) et du 24 déc. 1993 (JO du 29 déc. 1993) relatifs aux contrôles des installations.

6. Assistance technique

La société S.E.M.I. SARL commercialise le produit Cellisol Zéro® auprès d'entreprises ayant suivi des sessions de formations. Ces entreprises sont munies de l'équipement nécessaire à la mise en œuvre de produit Cellisol Zéro®. La société S.E.M.I SARL peut apporter une assistance technique sur demande de l'entreprise.

B. Résultats expérimentaux

- Réaction au feu :
 - CSTB : Rapport de classement RA12-0210.
 - MPA NRW Rapport de classement n° 230008454-3 du 7.05.2012.
- Résistance au développement fongique : Rapport d'essai CSTB n°ESE Santé SB 12-077 du 14.05.2012.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires ¹

Le produit Cellisol Zéro® ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) conforme à la norme NF P 01-010.

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

C2. Autres références

L'expérience acquise depuis 1995 est basée sur la mise en œuvre par soufflage en combles perdus de plus de sept millions de m² en soufflage de produit antérieur Cellisol 300®.

Le produit Cellisol Zéro® est commercialisé depuis juin 2012.

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet AVIS.

D. Annexes

Tableau 2 : Nomenclature des contrôles

Caractéristique contrôlée	Méthode de contrôle	Fréquence
Matières premières :		
Qualité du papier	Visuel (absence de corps étrangers et papiers impropres)	à chaque livraison
Taux d'humidité du papier	Humidimètre à plaques	à chaque livraison
Adjuvants	Certificats producteurs	à chaque livraison
En cours de fabrication		
Taux d'adjuvants		Un ensemble doseur automatique alimente les adjuvants en fonction de taux de matière et calculé à partir des relevés des quantités utilisées.
Produit Fini		
Pesée des sacs	Pesée automatique de tous les sacs	En continu
Taux d'humidité	Séchage en étuve à 70°C (méthode directe)	2 fois / jour
Masse volumique en œuvre	Mesure de la masse et du volume apparent du produit soufflé	1 fois / jour
Réaction au feu	EN11925-2 : Détermination de l'allumabilité par incidence directe d'une petite flamme sur le produit (essai direct)	EN11925-2 Essai Direct 1 fois / jour
Tassement mécanique / climatique	Mesure de la variation d'épaisseur après vibrations mécaniques et cycle climatique (T, HR) du produit soufflé	1 fois / semaine
Conductivité thermique	EN 12667 : Mesure à l'état sec à la température moyenne de 10°C (60 et 65 kg/m ³ masse volumique)	2 fois / semaine
Résistance au développement fongique	EN 846 + évaluation dans la masse	1 fois / 3 ans
Capacité au développement de la corrosion	RT ACERMI Vrac	1 fois / 3 ans

Tableau 3 : Tableau des grandeurs relatives à la diffusion de vapeur d'eau (tableau établi à partir de la valeur du coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau par défaut (égal à 1)) :

	Epaisseur (mm)								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Z (m ² .h.mmHg/g)	0,56	1,11	1,67	2,22	2,78	3,33	3,89	4,44	5,00
Sd (m)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45