

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **20/07-116**

Annule et remplace l'Avis Technique 20/03-34*03Mod

Procédé d'isolation thermique par remplissage de murs

*Isolation thermique
Thermal insufflation
Wärmedämmung*

Isol'Ouate - mur Dämmstattss CI 040 – mur Kkima-tec-Flock – mur

Objet de l'Agrément Technique Européen	ETA-04/0080
---	--------------------

Titulaire :	Dämmstatt W.E.R.F. GmbH Markgrafendamm 16, D10245 Berlin Tél. : (49) 30 29 39 4-0 Fax : (49) 30 29 39 41 04 Internet : www.daemmstatt.de E-Mail : info@daemmstatt.de
Usine :	Dämmstatt W.E.R.F. GmbH Markgrafendamm 16, D10245 Berlin

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 20
Produits et procédés spéciaux d'isolation

Vu pour enregistrement le 20 février 2008



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, F-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe spécialisé n° 20 « Produits et procédés spéciaux d'isolation » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 26 mars 2007, la demande d'Avis relative au procédé d'isolation thermique « ISOL'OUATE mur », « DÄMMSTATT CI 040 mur » ou « KLIMA-tec-FLOCK mur » fabriqué et distribué par la Société Dämmstatt W.E.R.F. GmbH, relevant du CUAP « Produits isolants à base de fibres d'origine végétale ou animale ». Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n°20 sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans « les conditions de la France Européenne ».

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé d'isolation thermique de murs par insufflation ou projection humide de fibres de cellulose adjuvantées.

1.2 Identification

Les produits mis sur le marché portent sur le sac le marquage CE accompagné des informations visées par le § 3.3 de l'Agrément Technique Européen ETA 04-0080 :

- Désignation commerciale du produit, n° de l'A.T.E.,
- nom et référence du fabricant,
- deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage CE,
- n° du certificat de conformité CE,
- densité en œuvre en fonction du domaine d'utilisation,
- masse du sac,
- valeur déclarée de la conductivité thermique,
- classe de réaction au feu).

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

- Isolation par l'intérieur ou par l'extérieur des murs neufs ou anciens avec lame d'air de plus de 3 cm d'épaisseur définis dans les « Conditions générales d'emploi et de mise en œuvre des procédés de remplissage faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB, supplément 272-2 de septembre 1986).

La paroi extérieure doit être telle que le risque d'humidification de l'isolant soit nul ou négligeable, compte tenu de son exposition au vent et à la pluie. Les murs anciens doivent, en outre, être satisfaisants vis à vis de l'étanchéité à l'eau et fissuration, notamment tant en partie courante qu'aux liaisons avec les baies et le plancher. Les murs neufs doivent respecter les prescriptions des DTU 20.1 (maçonnerie) et DTU 23.1 (béton banché).

Le produit peut être utilisé pour des expositions où le mur de type I (cf. DTU 20-1) est toléré.

- Murs de maison à ossature en bois, conformes au DTU 31.2.
- Les constructions à ossature métallique porteuse sont exclues.
- Les parois horizontales ou inclinées ne sont pas visées par cet Avis Technique.

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.

Les pressions exercées sur les parois à la mise en œuvre sont en général faibles.

Sécurité feu

- Ce procédé n'est pas destiné à rester apparent.
- 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. En plafond, se référer au paragraphe 4.5 du guide : les parements en plaque de plâtre doivent être de type plaque spéciale feu avec une épaisseur

minimale de 12,5 mm dans le cas des 1^{ère} et 2^{ème} familles ; et de 15 mm pour toutes autres familles.

- Le procédé doit satisfaire les prescriptions en vigueur. Cependant, il y a lieu de vérifier la conformité des installations électriques, et respecter les dispositions d'écart au feu, entre le conduit de cheminée et l'élément combustible le plus proche, des DTU 24.2.1, 24.2.2 et 24.2.3.
- Dans le cas d'emploi en ERP (établissements recevant du public) ces parements doivent répondre au Guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP (annexe à l'arrêté du 6 octobre 2004 publié au J.O. du 29 décembre 2004).

Les dispositions concernant le recoupement des isolants et la mise en place d'un écran thermique protecteur, décrites en ANNEXES I et II de cet arrêté, doivent être respectées.

Isolation thermique

La résistance thermique R_u du remplissage est donnée selon la décision du Comité Technique de l'Avis Technique n° 88 formulée le 30/11/2007, sur la base de la valeur de la conductivité thermique utile de 0,039 W/(m.K) :

Épaisseur de l'isolation (cm)	Résistance thermique (m².K/W)
4	1,05
6	1,55
8	2,05
10	2,55
12	3,10
14	3,60
16	4,10
18	4,60
20	5,15
22	5,65
24	6,15
26	6,65
28	7,20
30	7,70
32	8,20
34	8,70
36	9,20
38	8,70
40	10,25

Une fois définie la résistance thermique utile de l'isolant R_u , le calcul du coefficient de transmission thermique U_p des murs isolés s'effectue selon les Règles Th-U en utilisant la formule suivante :

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

Où

U_p = Coefficient de transmission surfacique global du mur 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 mur en partie courante (maçonnerie, 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 mur considérée pour le calcul, en m².

Étanchéité

L'étanchéité à l'eau doit être assurée par la paroi extérieure.

2.22 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 matériau est capillaire, hydrophile et hygroscopique. Le produit est susceptible d'absorber jusqu'à 15 % d'humidité par rapport à son poids. Cependant, les adjuvants qu'il contient limitent convenablement les risques d'altération d'ordre fongique.

Le produit, une fois en place, est très perméable à la vapeur d'eau.

Pour des applications en parois verticales, pour une masse volumique en œuvre supérieure à la masse volumique minimale prescrite par le fabricant (cf. annexe 2 du Dossier Technique) le produit ne se tasse pas. La masse volumique minimale dépend du type de construction (35 à 50 kg/m³ en projection humide, et de 44 à 65 kg/m³ en insufflation). Le produit ne s'écoule pas par des percements de 2 à 3 cm de diamètre.

La durabilité du remplissage est conditionnée par la tenue mécanique des parois de la cavité.

Les murs ainsi isolés se trouvent placés dans des conditions de vieillissement très comparables à celles de murs identiques isolés par l'intérieur.

2.23 Fabrication et contrôle.

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

Le produit fini fait l'objet d'un suivi par le laboratoire allemand MPA NRW de DORTMUND, à raison de 2 visites par an dans le cadre de l'Agrément Technique Européen et de l'agrément allemand.

2.24 Mise en œuvre

Dans le cas d'insufflation dans une lame d'air inférieure à 5 cm, la mise en œuvre nécessite un soin particulier.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

La vérification de l'état des lieux avant mise en œuvre doit être réalisée par le maître d'ouvrage conformément au dossier technique (§ Mise en œuvre).

La conception et la reconnaissance des parois, ainsi que la mise en œuvre doivent être réalisées conformément aux « Conditions générales d'emploi et de mise en œuvre des procédés de remplissage faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB, Supplément 272-2 de septembre 1986).

En particulier, la paroi extérieure doit être conçue de façon à éviter tout risque de pénétration d'eau et à ne pas faire obstacle aux transferts de vapeur d'eau.

L'application par projection humide implique que seuls pourront être employés comme coffrage, les matériaux permettant l'évaporation totale de l'humidité.

2.32 Conditions de mise en œuvre

Pare vapeur

Le procédé nécessite un pare-vapeur en fonction des perméances relatives des parois internes et externes et dans les zones très froides, conformément au Dossier Technique.

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), ce qui interdit l'emploi des conduits ICD oranges et ICT.

Stabilité des parois

Les pressions exercées sur les parois à la mise en œuvre doivent être limitées dans certains cas par l'applicateur, pour ne pas nuire à la stabilité des contre-cloisons intérieures.

2.33 Réception du chantier

L'application du produit par projection humide nécessite un certain temps de séchage à l'air libre qui dépend des conditions climatiques. Il y a lieu, avant de procéder à la mise en œuvre des parements intérieurs, de vérifier que le produit est suffisamment sec.

2.34 Assistance technique

La Société Dämmstatt W.E.R.F. GmbH 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 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 mars 2010.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 20
Le Président*

François MICHEL

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

L'emploi de ce procédé nécessite une attention particulière à la conception de la paroi de façon à éviter tout risque d'humidification par pénétration d'eau ou condensation.

En particulier, les conditions relatives à la perméance de la paroi intérieure définies au Dossier Technique excluent les parois de briques maçonneries de type « double mur » ou nombre de murs creux en rénovation pour lesquels la contre-cloison ou le parement intérieur possède une perméance trop élevée.

L'Agrément Technique lié à cet Avis Technique doit être en cours de validité.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°20

Bernard. ABRAHAM

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Procédé d'isolation thermique de murs par insufflation pneumatique ou projection humide de fibres de cellulose adjuvantes, obtenues à partir de papiers broyés.

2. Domaine d'application

Locaux à faible ou moyenne hygrométrie, à usage d'habitation ou non résidentiels.

Isolation des murs neufs ou anciens avec remplissage de caissons ayant au minimum 3 cm d'épaisseur, conformes aux « Conditions générales d'emploi et de mise en oeuvre des procédés de remplissage faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB - Supplément 272-2 de septembre 1986) avec ou sans lame d'air ventilée sur l'extérieur.

Isolation par l'intérieur :

- Paroi extérieure :
 - mur en maçonnerie ou béton,
 - mur à ossature en bois conformément au DTU 31.2.
- Paroi intérieure : constituée d'éléments fixés mécaniquement, collés ou maçonnés conformes aux DTU ou Avis Techniques correspondants :
 - carreaux de plâtre ou panneaux de placo ou fibro-plâtre, et membrane régulateur de vapeur le cas échéant.
 - panneaux bois ou dérivés de bois, et membrane régulateur de vapeur le cas échéant.

Isolation par l'extérieur :

- Mur support :
 - mur enduit en maçonnerie ou béton,
 - briques creuses ou pleines enduites,
 - blocs de béton enduits.
- Paroi extérieure : elle protège l'isolant de toute pénétration d'eau par l'extérieur tout en étant très perméable à la vapeur d'eau.
 - type mur à ossature en bois conformément au DTU 31.2.
 - système d'isolation thermique par enduit dont le support d'enduit fixé mécaniquement est un matériau perméable à la vapeur d'eau et certifié pour cette application (conforme à la Norme ou titulaire d'un ATE ou d'un Avis Technique, type Steico therm, Gutex Thermowall, ou tout produit similaire)
 - système de crépi dont le support fixé mécaniquement sur des montants est perméable à la vapeur d'eau et certifié pour cette application (conforme à la Norme ou titulaire d'un ATE ou d'un Avis Technique, type Fermacell HD ou tout produit similaire).

L'Annexe 1 présente quelques exemples de parois.

3. Produit

3.1 Caractéristiques déclarées selon A.T.E. ETA 04-0080

Le produit ISOL'OUATE, DÄMMSTATTs CI 040 ou KLIMA-tec-FLOCK se présente sous forme de particules fibreuses de couleur grise.

- Masse volumique en œuvre :
 - insufflation en compartiments de murs: 44 – 65 kg/m³
 - projection humide : 30 – 50 kg/m³
 - pose manuelle en compartiments de mur : 50 – 65 kg/m³La densité minimale à appliquer selon le cas de figure est donnée en Annexe 2.
- Taux de tassement selon la norme ISO/CD18393 :
 - Méthode B – Tassement dans une cloison suite à des vibrations : max. 0%
- Comportement au feu : Euroclasse B-s2,d0
- Résistance à la moisissure (EN ISO 846) : classe 0

- Impédance acoustique linéaire (EN 29053) : $\geq 6,0 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$
- Coef. de résistance à la diffusion de vapeur d'eau : $\mu = 1 - 2$

3.2 Caractéristiques utiles

- Conductivité thermique utile : $\lambda = 0,039 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ selon décision du CTAT du 30/11/2007.
- Produit hygroscopique.
- Humidité normale : 7%
- Composition : cellulose 88%, hydroxyde d'aluminium 8%, acide borique 4%.
- Taux d'adjuvants $\leq 12\%$ (dont acide borique $\leq 4\%$).

3.3 Emballage, stockage, Manutention

- Emballage : sac polyéthylène transparent, poids actuel 12,5 kg (+ - 0,3)
- Conditionnement : par palette de 15, 18 ou 21 sacs
- Stockage : à l'abri des intempéries.
- Marquage conforme au §1.2, identification de l'Avis. Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par le § 3.3 de l'Agrément Technique Européen ETA 04-0080 (Désignation commerciale du produit, n° de l'A.T.E., nom et référence du fabricant, deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage CE, n° du certificat de conformité CE, densité en œuvre en fonction du domaine d'utilisation, masse du sac, valeur déclarée de la conductivité thermique, classe de réaction au feu).

3.4 Fabrication

Le produit est fabriqué par la société DAMMSTATT W.E.R.F dans son usine en Allemagne : Markgrafendamm 16, 10245 BERLIN. L'usine est certifiée ISO 9001 : 2000 depuis 2001.

La chaîne de production comprend un tapis d'alimentation permettant l'acheminement des vieux journaux jusqu'à un poste de fragmentation où ils sont déchirés. Les morceaux ainsi obtenus passent devant un détecteur de métaux. Une meule les transforme en fibres et un doseur alimente les adjuvants en fonction du taux de matières. En sortie de machine, la matière est pesée, emballée et palettisée.

3.5 Contrôles de fabrication

Contrôles matières premières

- Papier : absence de corps étranger et de papier impropre (papiers mouillés, ...),
- Adjuvants : certificats producteurs.

Contrôles produits finis

- Pesée automatique de tous les sacs, contrôle tous les 50 sacs, vérification manuelle de tous les sacs.
- Masse volumique en œuvre : 2 fois par semaine.
- Comportement au feu (EN ISO 11925-2) : une fois par jour, et une fois par an selon EN 13823 (SBI).
- Conductivité thermique : en usine, 1 fois par semaine. Par le laboratoire MPA NRW de DORTMUND - Allemagne : 1 fois par mois.
- Tassement par secousses (ISO/CD 18393, mét.A) : 2 fois par semaine, tassement humide (ISO/CD 18393, mét. D) : 2 fois par an.
- Résistance au développement fongique : 1 fois par an.
- Résistance à l'écoulement de l'air : 1 fois par an.

L'autocontrôle de la fabrication du produit est assorti de contrôles indépendants exercés 2 fois par an par le MPA NRW Dortmund et par le CSTB.

4. Reconnaissance des ouvrages

Reconnaissance du chantier

Il est indispensable de vérifier les points ci-après avant la mise en œuvre du produit.

- L'applicateur repère toutes les cavités à isoler et leurs délimitations. Le passage d'installations techniques est également signalé par des

repères. Les cavités trop petites seront isolées en utilisant d'autres matériaux.

- Le produit en place est protégé de manière sûre et durable contre l'humidité. Il a été tenu compte de l'eau de condensation des conduites d'eau froide, des puits d'aération, de l'eau de condensation dans les murs et de l'humidité sous les sols non étanches.
- Les parois intérieures et extérieures sont exemptes de traces d'humidité résultant d'infiltrations ou de remontées capillaires et, dans le cas contraire, il a été porté remède par traitement adapté. L'isolation de murs humides ne peut pas être réalisée avec ISOL'OUATE, DÄMMSTATTs CI 040 ou KLIMA-tec-FLOCK.
- Dans tous les cas, compte tenu des caractéristiques du produit, la paroi externe est étanche à la pluie.
- Le pare-vapeur est porté par la paroi intérieure, à l'exclusion de toute autre solution,
- Les espaces (volets roulants, baies, etc...) qui pourraient être en communication avec les lames d'air à traiter doivent être correctement isolés de ces dernières,
- Les matériaux délimitant la cavité (lés de carton ou membranes, cloisons de doublage) sont stables, en bon état et capables de résister à la pression de remplissage.
- La construction de l'ossature et des habillages des caissons respecte les normes en vigueur et les consignes de pose des fabricants.
- Si l'épaisseur de l'isolation est supérieure à 12 cm, le caisson ne doit pas mesurer plus de 3,50 m de hauteur. En cas contraire, une partition horizontale est placée pour le diviser en plusieurs compartiments.

Pose d'un pare-vapeur

L'applicateur vérifie que le principe constructif du mur permet d'éviter toute accumulation d'humidité dans l'isolation et que la réserve de séchage est plus grande que le risque d'humidification.

Pour limiter la diffusion de vapeur d'eau à travers l'isolation et assurer l'étanchéité à l'air, il faut prévoir un pare-vapeur continu côté intérieur.

Le type de pare-vapeur requis (perméance, matériau) dépend du principe constructif prévu. Il est généralement plus sûr de permettre une évacuation de l'humidité par les deux côtés de la paroi. La solution optimale étant celle d'une paroi extérieure plus perméante que la paroi intérieure, c'est-à-dire avec une valeur S_d paroi ext. $\leq S_d$ paroi int.

La perméance est en conformité avec les DTU concernés et avec les Avis ou Agréments Techniques des matériaux associés (pare-pluie,...)

Quelles que soient ses caractéristiques, la pose du pare-vapeur, qui constitue aussi la « barrière d'étanchéité à l'air » est soignée et nécessite de coller (avec une colle ou des adhésifs appropriés) tous les raccords : pare-vapeur/pare-vapeur, pare-vapeur/élément de structure (fenêtre, refend, panne...), pare-vapeur/élément traversant (conduites...). Le pare-vapeur doit avoir un $S_d \geq 18$ m.

En application par projection humide et avant la pose du pare vapeur, il y a lieu de respecter la durée de séchage du produit.

Condition de protection contre les incendies

Les cheminées devront être munies d'un panneau en matériau non combustible de la classe M0 (équivalent à la classe A1 ou A2-s1,d0 selon NF EN 13 501-1), conformément aux normes en vigueur (écart au feu de 16 cm minimum). ISOL'OUATE, DÄMMSTATTs CI 040 ou KLIMA-tec-FLOCK ne doit pas être en contact direct avec la cheminée.

Autour des éléments dégageant de la chaleur (spots, transformateurs, bobines, moteurs, lampes, conduits de fumée, etc), il faut construire des caissons dont les dimensions et l'isolation respectent la réglementation au feu en vigueur.

5. Préparation du chantier

Machine

Machine pour l'insufflation comportant une trémie d'alimentation, des pâles de remplissage permettant d'aérer la ouate, une turbine électrique pour la pulser. Puissance de soufflage et arrivée de matières doivent être réglables. En général une télécommande permet de contrôler la mise en marche et l'arrêt de l'envoi.

Tuyau d'insufflation

La longueur du tuyau est d'au moins 20 mètres, car c'est en y passant que la ouate achève son défibrage.

Les tuyaux transparents sont pratiques pour observer le flux de fibres et détecter à temps la formation d'un bouchon.

La section du tuyau est régulière, son parcours est le plus droit possible et ne présente pas de pincement. Pour des travaux en hauteur, on réalise une boucle à environ 10 mètres de haut pour éviter que toute la ouate contenue dans le tuyau ne retombe et ne forme un bouchon au moment de l'arrêt de la machine.

Installation de chantier

Pour obtenir une densité homogène du matériau, la tension d'alimentation de la machine à insuffler doit être suffisante et régulière. Ne rien insuffler si la tension tombe en dessous de 200V.

6. Mise en œuvre par insufflation

Le fabricant met à disposition des applicateurs spécialisés un fascicule rassemblant les consignes de mise en œuvre (disponible auprès du fournisseur ou par téléchargement) et peut apporter une assistance technique sur demande de l'entreprise de soufflage.

L'application du produit par insufflation est effectuée lorsque les parements du caisson de mur sont déjà fixés. Les caissons sont fermés et ne communiquent pas entre eux. Cette technique exige une épaisseur d'isolation d'au moins 5 cm.

La densité minimale en œuvre donnée en Annexe 2 doit être respectée.

6.1 Description sommaire

Le réglage de la machine est effectué par l'applicateur en fonction des caractéristiques d'isolation désirées (épaisseur, densité).

Plus le débit de matière est faible par rapport au débit d'air, plus l'isolation est dense et compactée.

Les sacs de cellulose sont vidés dans la trémie d'alimentation d'une machine à souffler.

La cellulose est alors cardée puis insufflée pneumatiquement à travers des tuyaux jusqu'au mur à isoler.

Le produit est insufflé dans le mur.

Selon le cas de figure, il sera insufflé par un tuyau, par une buse, par une buse rotative à aspiration, ou toute autre technique appropriée.

6.2 Insufflation avec tuyau

Principe

ISOL'OUATE, DÄMMSTATTs CI 040 ou KLIMA-tec-FLOCK est insufflé dans le caisson fermé à travers des orifices percés soit dans la paroi, soit en haut dans l'épaisseur du mur. Le diamètre du tuyau d'insufflation (50, 63 ou 75mm) dépend de l'épaisseur du mur.

Dimensions du caisson correspondant à l'exemple décrit ci-dessous :

Largeur de la cavité :	≤ 90 cm
Profondeur de la cavité :	entre 5 cm et 40 cm
Hauteur :	Si l'épaisseur est supérieure à 12 cm, la hauteur ne dépasse pas 3,50 m.

Pour un cas de construction différent, se reporter au fascicule « consignes de mise œuvre ».

Mise en œuvre

Au préalable, on place sur le tuyau une marque (ruban adhésif) repérant la longueur du caisson à remplir. Deux autres bandes de repérage, à environ 30 cm et 10 cm de l'extrémité du tuyau, sont aussi utiles lorsqu'on retire le tuyau.

Le tuyau est introduit dans la cavité par un orifice prévu à cet effet et placé le plus haut possible puis glissé vers le bas. Quand le tuyau est au fond, le remonter alors à environ 40 cm du sol et enclencher la turbine d'air. L'apport de la matière est mis en marche dès que le tuyau est vidé par l'air. Tourner lentement le tuyau pour que son extrémité courbée vise directement les coins. Lorsque le flux de matière ralentit dans le tuyau, remonter lentement ce dernier (de 40 cm environ) pour garder une bonne homogénéité de répartition et de compactage.

Poursuivre ainsi jusqu'à ce que, de retrait en retrait, l'extrémité du tuyau soit parvenue au niveau de l'orifice de soufflage.

Le caisson est rempli quand le flux d'air s'arrête.

Reboucher le régulateur de vapeur et les parements de manière appropriée en assurant l'étanchéité, le cas échéant.

Précautions

- Les signes suivants indiquent quand remonter le tuyau :
 - Vibrations dans le tuyau
 - Gargouillement au niveau de l'orifice du tuyau,
 - Le flux de ouate ralentit à cause de la résistance du produit déjà dans le caisson,

- La machine souffle plus bruyamment

Ne pas attendre l'arrêt de la matière pour remonter le tuyau de remplissage.

- Le tuyau doit être au milieu de l'espace de remplissage.
- S'assurer que le débit d'air est toujours suffisant et homogène pendant l'insufflation. Lorsque l'on constate une diminution de débit d'air il est recommandé de baisser la quantité de matière.
- L'air chargé de poussières s'échappant par le trou d'insufflation est filtré par un moyen approprié.
- Si le caisson est très étanche, et que l'air ne s'échappe pas suffisamment au niveau du trou d'insufflation, il faut limiter la pression exercée sur les parois en perçant deux orifices de décompression de petites dimensions près des angles supérieurs du caisson.

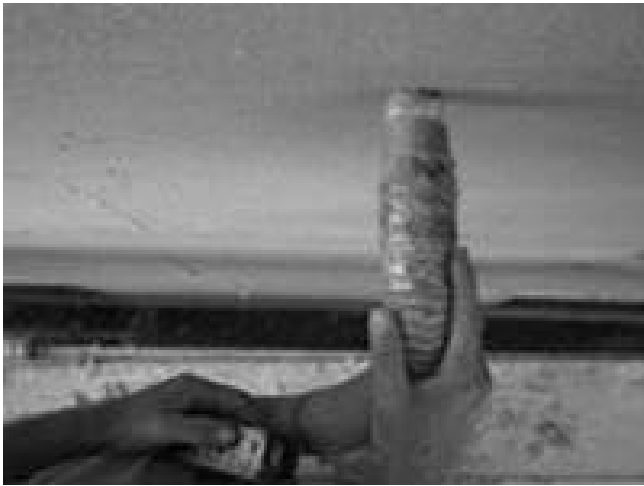
6.3 Insufflation avec buse

Principe

On emploie une buse (~ Ø 36 mm) pour isoler les cavités de faible épaisseur. Le nombre de percements dépend de la hauteur du compartiment. En général, deux ouvertures à 40 cm des limites inférieures et supérieures suffisent s'il s'agit d'une hauteur sous-plafond standard. S'il y a plus d'ouvertures, on procédera du bas vers le haut, en calfeutrant les ouvertures en attente.

Des réducteurs et des tuyaux de plus faibles diamètres permettent de raccorder le tuyau à la buse.

Mettre le soufflage en route, puis augmenter petit à petit l'apport de matière jusqu'au réglage optimal. On doit pouvoir observer à travers le tuyau que le flux des flocons est rapide et régulier.



L'orifice de la buse est maintenu à une certaine distance de la face opposée du caisson. Son introduction dans le caisson est très limitée car cela risque de provoquer l'accumulation de flocons autour de la buse uniquement.

Un caisson est rempli quand le flux d'air s'arrête.

Reboucher le régulateur de vapeur et les parements de manière appropriée en assurant l'étanchéité, le cas échéant.

Précautions

- Le souffle de la machine est réglé de manière à éviter d'exercer une pression trop forte sur le parement.
- Prévoir un maillage de trous d'insufflation plus serrés pour assurer une bonne répartition de l'isolant si, pour des raisons constructives, la cavité à remplir présente de nombreux rétrécissements.
- Vérifier (perçement de contrôle) que le caisson a été entièrement rempli avec l'isolant thermique, surtout si le flux de flocons semble s'être arrêté trop tôt.
- Les caissons très étanches ou en placo sont perforés en bordure pour permettre l'évacuation de l'air.

6.4 Insufflation avec buse rotative d'injection avec sas de décompression

Technique applicable dans certains cas pour une isolation > 8 cm.

Principe

Le tuyau est raccordé à une buse spéciale, positionnée sur le trou percé le plus haut possible dans la paroi du caisson. Au moment de

l'insufflation, l'air s'échappe du caisson au niveau du pourtour de la buse et est filtré.



Insuffler jusqu'à remplissage complet, visualisé par arrêt d'avancement de la cellulose dans le tuyau translucide.

Reboucher le régulateur de vapeur et les parements en assurant l'étanchéité à l'air le cas échéant.

Précautions

- La paroi doit être suffisamment rigide et solide pour maintenir la buse à décompression en place.
- Le souffle de la machine est réglé de manière à éviter d'exercer une pression trop forte sur le parement.

7. Mise en œuvre par projection humide

Cette technique est incontournable dans le cas des faibles épaisseurs d'isolation ou pour le remplissage des cloisons de doublage contenant de nombreuses installations techniques (gaines, conduites,...)

7.1 Principe

ISOL'OUATE, DÄMMSTATTS CI 040 ou KLIMA-tec-FLOCK est projeté mécaniquement entre les montants du mur avant que le parement ne soit fixé. Le procédé consiste à humidifier la matière avec une petite quantité d'eau pulvérisée. L'eau active les liants que contient (naturellement) la cellulose, ce qui permet l'adhésion aux surfaces et l'agglutination des flocons entre eux.

La paroi (avec freine vapeur le cas échéant) est refermée après séchage de l'isolant.

7.2 Equipement

Même machine que pour l'insufflation. L'équipement habituel est complété d'une tuyère spéciale (comprenant également un pistolet de pulvérisation), d'une pompe haute pression, d'un tuyau d'arrivée d'eau et d'un rouleau brosse qui sert à égaliser la surface de l'isolation projetée.

7.3 Préparation du chantier

- Le chantier doit être très propre pour permettre de récupérer le produit qui tombe sur le sol et le reconduire de nouveau vers la machine. Le sol doit être exempt de toutes pièces métalliques ou autres qui peuvent endommager le sas ou obstruer le tuyau.
- Toutes les installations et câbles doivent être posés avant d'isoler. En général, des mesures de protection contre la rouille doivent être prises pour les pièces métalliques. Veillez à ce que les installations électriques dans la zone de travail soient hors tension.
- Les bois non traités destinés à rester apparents seront protégés par un ruban adhésif, le procédé risquant d'occasionner de légères colorations.

7.4 Mise en œuvre

Le réglage de la machine assure une humidification homogène du produit.

La tête de projection est maintenue à environ 70 à 90 cm du mur.

La projection se fait avec un angle de 10 à 45° dirigé vers la paroi. L'angle augmente en fonction de l'épaisseur de la couche isolante à former.

L'application est exécutée en mouvements de va-et-vient réguliers, d'un montant à l'autre, couche par couche, l'espace est ainsi rempli du bas vers le haut.

A environ 30 cm du haut, la tête de projection est dirigée vers le haut, de manière à pouvoir remplir les coins supérieurs. Le reste est ensuite comblé par un jet horizontal. Les endroits ajourés de la surface sont également remplis par jet horizontal, en mouvements de va-et-vient rapides.

A la suite du flocage, le surplus de produit est raclé au moyen d'un rouleau brosse en rotation. Ce rouleau est apposé en haut et utilise les montants comme guides pour descendre. L'applicateur veille à ce que tous les interstices soient fermés. Le produit raclé doit être ramassé rapidement si l'on veut le réutiliser dans la machine. La ouate très

compactée qui a été piétinée ne peut plus être mise dans la machine. L'apport de cette ouate doit absolument être dosé pour assurer un bon mélange et les quantités rajoutées ne doivent pas être trop importantes afin d'éviter que l'humidité augmente de manière démesurée. Le rapport de mélange (ouate récupérée, ouate nouvelle) ne doit pas excéder 30 % environ.



Raclage du produit projeté avec port de masque.

Précautions

Les caissons ne peuvent être refermés que si le produit projeté est sec. Il faut mesurer l'humidité, en particulier dans la zone arrière de l'isolation. Ne pas fermer les parois tant que l'humidité de l'isolation est supérieure ou égale à 20% (en masse).

Le temps de séchage dépend des conditions climatiques environnantes et varie aussi en fonction de l'épaisseur de l'isolant et du débit de circulation d'air ambiant.

Au moment de la pose, l'humidité de l'isolation est comprise entre 45% et 55%.

8. Caractéristiques de l'isolation

Résistance thermique

Elle dépend de l'épaisseur de l'isolation et est donnée dans le paragraphe 2.21 de l'Avis.

Epaisseur

L'épaisseur d'isolant mis en oeuvre correspond à l'épaisseur de la cavité à isoler par insufflation ou à l'épaisseur restante après raclage dans le cas d'une pose par projection humide.

Densité

La masse volumique (densité) obtenue se détermine de la manière suivante :

$$\text{Masse volumique (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Isolant mis en oeuvre (kg)}}{\text{Volume net de la cavité (m}^3\text{)}}$$

En projection humide, on peut effectuer un prélèvement (par découpe ou carottage). La masse volumique de l'isolation est égale à la masse de l'échantillon (kg) divisée par le volume de l'échantillon (m³).

Dans tous les cas, il faut respecter les densités minimales données en Annexe 2 et les consignes de mise en oeuvre.

9. Protocole de chantier

Pour chaque chantier, l'entreprise d'application doit délivrer une attestation qui, conformément à l'Agrément Technique Européen ETA 04/0800, comporte les renseignements suivants :

- Identification du produit (désignation commerciale),
- Numéro de l'Agrément Technique Européen,
- Entreprise exécutive (applicateur),
- Chantier et partie de la construction.
- Date de mise en oeuvre de l'isolant.
- Technique de pose
- Epaisseur de mise en oeuvre

- Dérivés de bois ou panneaux utilisés avec indication des classes de réaction au feu, épaisseurs et masses volumiques respectives des différents éléments.

10. Hygiène et sécurité

Le port d'un masque à poussière approprié est nécessaire pendant la mise en oeuvre.

Le port de gant est recommandé pendant le remplissage du mur pour se protéger contre toute charge électrostatique.

Une ventilation du poste de travail est recommandée.

A la fin du travail, se laver soigneusement avec du savon et de l'eau. Tout contact des produits avec les aliments doit être évité.

11. Commercialisation

La Société DÄMMSTATT W.E.R.F. GmbH assure la distribution du produit ISOL'OUATE, DÄMMSTATTs CI 040 ou KLIMA-tec-FLOCK. Elle s'appuie sur des entreprises spécialisées qui ont reçu un agrément à la suite d'une formation.

B. Résultats expérimentaux

- ETA 04-0080 : tests initiaux réalisés par le MPA NRW Dortmund et par le DIBt.
- Rapports d'essais semestriels par le MPA NRW Dortmund
- Caractéristiques thermiques : essais réalisés au CSTB, rapport n HO 02-051, du 8 novembre 2002.
- Rapport d'essai de réaction au feu : essais réalisés au laboratoire MPA en Allemagne (59597 Erwitte), PV n° 23 1464 1 98.
- Résistance au développement fongique : essais réalisés au BAM-Az. :IV.1/7129 (BAM, 12200 BERLIN).
- Résistance au développement des termites : essais réalisés en Allemagne, BAM-Az. :IV.1/7533 Te (BAM, 12200 BERLIN).

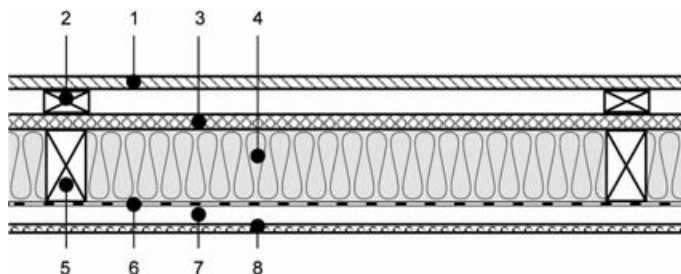
C. Références

- Commercialisé et installé en France, depuis 1999.
- En Allemagne depuis 1993.
- Environ 6 millions de m² posés en Europe dont :
 - combles : 1,5 million m²
 - mur : 1,5 million m²
 - sous-pentes 3 millions m²

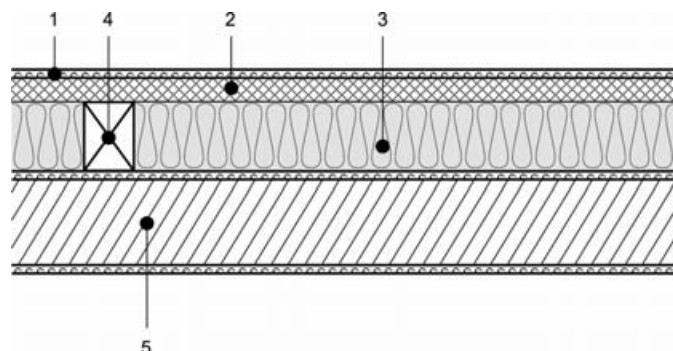
ANNEXE 1

Exemples de parois isolées avec DÄMMSTATTs CI040, ISOL'OUATE ou KLIMA-tec-FLOCK

Mur à ossature bois



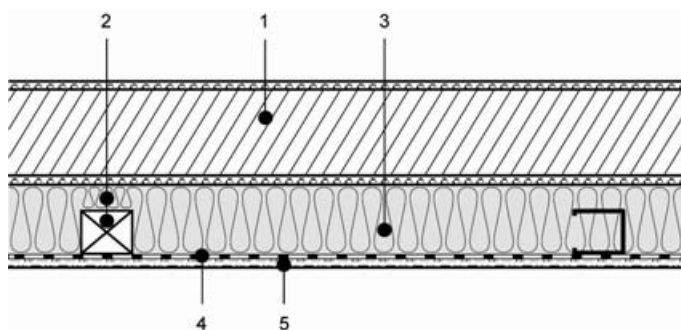
- 1 Façade avec lame d'air ventilée
- 2 Lattage
- 3 Panneau pare-pluie fibre bois souple, 18 mm (Étanchéité au vent)
- 4 ISOL'OUATE, DÄMMSTATTs CI 040 ou KLIMA-tec-FLOCK
- 5 Support bois (8/4 cm, entraxe 90 cm)
- 6 Freine-vapeur armé, $S_d = 2,30$ m (étanchéité à l'air)
- 7 Montants / vide contre cloison
- 8 Plaque de placo ou fibro plâtre, 12,5mm



Mur avec isolation extérieure

- 1 crépi extérieur
- 2 Panneau pare pluie fibre bois souple
- 3 ISOL'OUATE, DÄMMSTATTs CI 040 ou KLIMA-tec-FLOCK
- 4 Support bois ou métal
- 5 Mur existant 240 mm (briques, béton...), enduit

Mur avec isolation intérieure



- 1 Mur existant 240 mm (briques, béton...), enduit
- 2 Support bois ou métal
- 3 ISOL'OUATE, DÄMMSTATTs CI 040 ou KLIMA-tec-FLOCK
- 4 Freine vapeur spécial $S_d \geq 10$ m (étanchéité à l'air)
- 5 Plaque de placo ou fibro plâtre, 12,5mm

ANNEXE 2

Masse volumique minimale en œuvre

ISOL'OUATE, DÄMMSTATTs CI 040, KLIMA-tec-FLOCK

Pour éviter tout tassement ultérieur du produit, la valeur minimale de la densité à mettre en œuvre doit être respectée absolument.

Densité min. en œuvre = Densité de base + Majoration

Tableau 1 : Densité de base en kg/m³,

		Epaisseur en cm (soufflage : épaisseur nominale en cm)					
		≤ 14	14 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40
Insufflation ¹	Mur (pente > 70°)	44	46	48	50	53	56
Projection humide ²		35	35	Procéder en plusieurs couches			

¹ Masse volumique minimale de base, à majorer d'un coefficient issu des tableaux 2 et 3.

² La masse volumique obtenue dépend fortement du taux d'humidification.

Préfabrication : pour ne pas souffrir des contraintes engendrées par le chargement et le transport, il faut insuffler avec une masse volumique plus importante. Sa valeur est celle donnée pour une insufflation dans une cavité de pente supérieure à 70°, majorée de 10% et à laquelle on ajoute encore un supplément tiré des tableaux 2 et 3.

Tableau 2 : Pondération suivant le coffrage et l'inclinaison.

Type de surface	toiture < 20°		toit > 20°, mur	
	intérieur	extérieur	intérieur	extérieur
Maçonnerie non enduite Coffrage brut de scierie Enduit gros grains (relief) Panneau léger de laine de bois	1	0	1	1
Panneau de fibres bois souples ou rigides et plaques de plâtre (face toilée), Enduit rugueux, Béton coffré avec planches non équarries.	2	1	2	2
Béton apparent, Aggloméré de bois, Enduit lisse, Carton, Carton plâtre ou contreplaqué	4	2	4	4
Membrane PE, Verre, Plastique, Surface vernie, carrelage.	6	3	7	7

Tableau 3 : Pondération si l'épaisseur de l'isolation est supérieure à 20cm

Inclinaison n	Ecart entre chevrons ou montants (largeur de la cavité)					
	> 70 cm		> 90 cm		> 120 cm	
	raboté	brute	raboté	brute	raboté	brute
30° - 40°	1	0	2	1	3	2
40° - 60°	2	1	3	2	4	3
> 60°	3	2	4	3	5	4
mur (90°)	4	3	5	4	6	5

Tableau 4 : Majoration à appliquer à la valeur de la densité de base issue du tableau 1.

Total des points (tableaux 2 et 3)	1 à 4	5 à 8	9 à 12	13 à 16	17 à 20
Majoration	2%	4%	7%	10%	13%

Pour une construction différente des cas répertoriés ci-dessus, nous pouvons étudier au cas par cas la masse volumique minimale à mettre en œuvre pour éviter le tassement.

Exemples de calcul :

Exemple 1 :

Mur Ossature bois : parement extérieur (avec lame d'air ventilée le cas échéant)

Panneau pare-pluie de fibres bois, 18mm
12 cm ouate de cellulose, entraxe montants : 60cm
membrane pare-vapeur
lattage + plaques de fibro-plâtre

Tableau 1 : Densité de base = 44 kg/m³
Tableau 2 : Parement intérieur : 7 points
Parement extérieur : 2 points
Tableau 3 : -
TOTAL points : 9 points
Tableau 4 : majoration : 7%
Densité minimale = 47,08 kg/m³

Exemple 2 : Préfabrication en atelier

Mur Ossature bois° : Panneau pare-pluie de fibres bois, 18mm
18 cm ouate de cellulose
panneau OSB

Tableau 1 : Densité de base = 46 + 10 % = 51 kg/m³
Tableau 2 : Parement intérieur : 2 points
Parement extérieur : 2 points
Tableau 3 : -
TOTAL points : 4 points
Tableau 4 : majoration : 2%
Densité minimale = 52 kg/m³