

*Labels énergétiques de bâtiments  
avec des parois extérieures isolées en bottes de paille*

## Mémento



## Sommaire

<b>1</b>	<b>BREFS RAPPELS A PROPOS DE LA PAILLE ET DE SA MISE EN OEUVRE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>	
1.1	QUALITE DU MATERIAU BOTTE DE PAILLE .....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
1.2	PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU MATERIAU BOTTE DE PAILLE .....	2
	REGLES GENERALES DE GESTION DE LA VAPEUR D'EAU DANS LES PAROIS ISOLEES EN PAILLE.....	3
<b>2</b>	<b>MISE EN ŒUVRE D'ENDUIT SUR BOTTES DE PAILLE .....</b>	<b>5</b>
2.1	ENDUITS APPLIQUES OU PROJETES .....	5
2.2	ENDUITS COULES (1° COUCHE UNIQUEMENT) .....	5
<b>3</b>	<b>RAPPEL DE LA PERMEABILITE A LA VAPEUR D'EAU DE QUELQUES MATERIAUX. ....</b>	<b>6</b>

## 1 Contrôle des bottes de paille

Les bottes de paille utilisées pour la construction d'un bâtiment doivent avoir fait l'objet :

- d'une production conforme au « Cahier des charges du producteur de paille pour l'isolation de bâtiments »
- de la réalisation d'un contrôle qualité attesté par un bordereau de « Contrôle qualité de bottes de paille pour l'isolation de bâtiments » signé par le fournisseur de paille et son client.

### 1.1 Principales caractéristiques du matériau botte de paille

Domaine	Valeurs admises
<b>Conductivité thermique</b>	
Bottes de paille (règles Th-U § 2.6.7)	$\lambda = 0,065 \text{ W/(m.K)}$ $C_p = 1600 \text{ (J/(kg.K))}$
<b>Euroclasse feu de la paille (avec 1 cm d'enduit de terre)</b>	B-s1,d0 <ul style="list-style-type: none"> <li>• B : Produit combustible dont la contribution au "flash over" est très limitée</li> <li>• s1 : Faible production de fumées</li> <li>• d0 : Absence de gouttelettes et de débris enflammés</li> </ul>
<b>Masse Combustible Mobilisable</b>	1440000 kj/m <sup>3</sup> de matière sèche à 15% d'Humidité relative et 100 kg / m <sup>3</sup>
<b>Diffusion de la vapeur d'eau</b>	$\mu = 2$
<b>Teneur en eau</b>	La teneur en eau sur poids sec de la paille ne doit pas excéder les valeurs indiquées dans le <b>Erreur ! Source du renvoi introuvable.</b>
<b>Résistance à l'arrachement d'enduits sur bottes de paille</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,01 MPa pour un enduit 'chaux et chanvre'</li> <li>• 0,08 MPa pour un enduit 'chaux et sable' traditionnel</li> </ul>
<b>Affaiblissement acoustique</b>	Epaisseur de la paille : 356 mm 43 dB avec 1 cm d'enduit sur chaque face 44.dB avec 2 cm d'enduit sur chaque face

## 2 Règles générales de gestion de la vapeur d'eau dans les parois isolées en paille

Les tableaux suivants rappellent les valeurs d'épaisseur d'air équivalente pour la diffusion de vapeur<sup>1</sup> ( $S_d$ ) à l'intérieur et à l'extérieur que doivent respecter les faces extérieures et intérieures étanches à l'air d'une paroi isolée en paille.

On trouvera :

- au § 3 les valeurs de perméabilité à la vapeur d'eau de différents enduits.
- dans le § 4 un rappel des valeurs de perméabilité à la vapeur d'eau de quelques matériaux.

Tableau 1 : Enduit extérieur et intérieur

	<p><b>Légende</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enduit extérieur</li> <li>2. Paille</li> <li>3. Enduit intérieur</li> </ol>	<p><b>Règles à observer</b></p> $S_{d_{Ext}} \leq S_{d_{Int}}$ <p style="text-align: center;"><b>ou</b></p> $S_{d_{Ext}} \leq 1$
--	---	--

Tableau 2: Plaques extérieures et intérieures

	<p><b>Légende</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enduit extérieur</li> <li>2. Plaque</li> <li>3. Paille</li> <li>4. Pare vapeur</li> <li>5. Plaque intérieure</li> </ol>	<p><b>Règles à observer</b></p> $S_{d_{Ext}} < S_{d_{Int}} / 5$
--	---	---

Tableau 3: Bardage ventilé et plaques extérieures et intérieures

	<p><b>Légende</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bardage</li> <li>2. Espace ventilé</li> <li>3. Pare pluie &amp; plaque extérieure</li> <li>4. Paille</li> <li>5. Pare vapeur</li> <li>6. Plaque intérieure</li> </ol>	<p><b>Règles à observer</b></p> $S_{d_{Ext}} < S_{d_{Int}}$
--	---	---

<sup>1</sup>  $S_d = \mu \cdot e$  [m]

Tableau 4: Enduit extérieur et plaques intérieures

	<p><b>Légende</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enduit extérieur</li> <li>2. Paille</li> <li>3. Pare vapeur</li> <li>4. Plaque intérieure</li> </ol>	<p><b>Règles à observer</b></p> $Sd_{Ext} \leq Sd_{Int} / 5$
--	--	--

Tableau 5 : Plaque extérieure enduite et enduit intérieur

	<p><b>Légende</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enduit extérieur</li> <li>2. Plaque extérieure</li> <li>3. Paille</li> <li>4. Enduit intérieur</li> </ol>	<p><b>Règles à observer</b></p> $Sd_{Ext} \leq Sd_{Int} / 2$
--	---	--

Tableau 6: Parement (bardage, tuiles...) ventilé + plaque extérieure et enduit intérieur

	<p><b>Légende</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bardage</li> <li>2. Espace ventilé</li> <li>3. Pare pluie &amp; plaque extérieure</li> <li>4. Paille</li> <li>5. Enduit intérieur</li> </ol>	<p><b>Règles à observer</b></p> $Sd_{Ext} < Sd_{Int}$ <p><b>ou</b></p> $Sd_{Ext} \leq 1 \text{ m}$
--	--	--

Tableau 7: Couche intérieure imperméable à la vapeur d'eau

	<p><b>Légende</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parement extérieur quelconque.</li> <li>2. Paille</li> <li>3. Couche imperméable à la vapeur d'eau.</li> <li>4. Parement intérieur quelconque.</li> </ol>	<p><b>Règles à observer</b></p> $Sd_{Ext} < 5 \text{ m}$
--	---	--

Tableau 8: Couche extérieure étanche à la vapeur d'eau

	<p><b>Légende</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Végétation ;</li> <li>2. Substrat ;</li> <li>3. Film anti-racines ;</li> <li>4. Gravier ;</li> <li>5. Membrane étanche ;</li> <li>6. Plaque supérieure ;</li> <li>7. Charpente ;</li> <li>8. Isolant semi rigide ;</li> <li>9. Botte de paille ;</li> <li>10. Membrane hygro-régulante ;</li> <li>11. Parement intérieur.</li> </ol>	<p><b>Règles à observer</b></p> <p><b>Etude spécifique + membrane hygrorégulante</b></p>
--	--	--

### 3 Mise en œuvre d'enduit sur bottes de paille

- Les mélanges et mode d'application les plus courants sont rappelés ci-après uniquement pour information. L'entrepreneur s'assurera de l'imperméabilité de ses enduits et de leur résistance à l'arrachement ainsi que du respect des taux de transfert d'humidité comme indiqué au § 2).
- Les enduits de finition extérieurs à l'argile sont utilisés uniquement sur des parois à l'abri des intempéries.
- Des valeurs de Sd (épaisseur d'air équivalente pour la diffusion de vapeur) sont indiquées.

#### 3.1 Enduits appliqués ou projetés

- 1<sup>o</sup> couche (ou gobetis) : le gobetis doit pénétrer d'au moins 5 mm dans les bottes de paille
  - Projection mécanique (tyrolienne, sablon, lance...) ou manuelle à la truelle
  - Passage à la taloche pour pénétration.
- Autres couches : mise en œuvre traditionnelle.

#### 3.2 Enduits coulés (1<sup>o</sup> couche uniquement)

Mise en œuvre : Les enduits coulés sont réalisés entre une paroi en paille entre ossatures et des banches. Le mortier d'enduit est mis en œuvre par coulage par rangée horizontale de bottes. Il est tassé et vibré à l'avancement.

#### 4 Rappel de la perméabilité à la vapeur d'eau de quelques matériaux.

##### Rappels :

- Le calcul de la valeur de Sd (épaisseur d'air équivalente pour la diffusion de vapeur d'eau) est réalisé en multipliant la valeur de perméabilité à la vapeur d'eau ( $\mu$ ) par l'épaisseur du matériau (e) exprimée en mètres. Ainsi,  $Sd = \mu * e$
- Les valeurs de Sd :
  - o doivent être calculée pour les 2 cotés d'une paroi (extérieur et intérieur) qui sont étanches à l'air.
  - o sont disponibles dans les fiches produits des pare vapeur.

**Tableau 9 : Exemples de valeurs de perméabilité de quelques matériaux.**

Enduits à la chaux hydraulique Ratio chaux / sable (en volume)	Source Chaux St Astier			http://www.stastier.co.uk/nhl/testres/physmech.htm					
	1/2			1/2.5			1/3		
Chaux hydraulique	NHL 5	NHL 3.5	NHL 2	NHL 5	NHL 3.5	NHL 2	NHL 5	NHL 3.5	NHL 2
Perméabilité $\mu$	16	14	13	15	14	13	13	13	13

  

	$\mu$ min	$\mu$ max	$\mu$ moy	Source
<b>Enduits à la chaux aérienne</b>			12	Strasservil
<b>Enduit de ciment 1/3</b>			82	Concevoir des bâtiments en paille
<b>Enduit de plâtre</b>			9	Cahier technique du CSTB
<b>Plaque de pâte cartonnée</b>			6	Cahier technique du CSTB
<b>Panneau de gypse Fermacell</b>			13	Agrément Technique Européen (ETA) n°ETA-03-0006
<b>Dalles Fermacell TS</b>			9	
<b>Pisé</b>			10	
<b>Adobes , torchis dense</b>			8	T. Kleespies, A-L. Huber; Wärmeschutz und Feuchterverhalten von Lehmbaustoffen, Bundesamt für Energiewirtschaft - Forschungsgruppe Lehm bau, Winterthur, Juli 1994.
<b>Torchis, enduits</b>			6	
<b>Terre-paille</b>			3	
<b>Argile</b>	6	10	8	Building with Earth - Gernot Minke
<b>OSB 3 Isoroy Lameply</b>	30	50	40	www.isoroy.fr
<b>OSB 3 Kronoply (6 à 10 mm)</b>			118	<a href="mailto:assistance.technique@kronofrance.fr">assistance.technique@kronofrance.fr</a>
<b>OSB 3 Kronoply (10 à 18 mm)</b>			217	<a href="mailto:assistance.technique@kronofrance.fr">assistance.technique@kronofrance.fr</a>
<b>OSB 3 Kronoply (18 à 25 mm)</b>			174	<a href="mailto:assistance.technique@kronofrance.fr">assistance.technique@kronofrance.fr</a>
<b>Contreplaqué</b>				
<b>ROLPIN TRHT</b>	70	200	135	<a href="http://www.smurfitkappa-rolpin.com/">http://www.smurfitkappa-rolpin.com/</a>
<b>AGEPAN</b>			12,5	Avis Technique 2/07-1261
<b>Béton de chanvre</b>	6	12	12	Bétons de chanvre, synthèse des propriétés physiques
<b>Paille</b>			2	