



Rapport final

mars 2021



Caractérisation de la paille de riz Convention 2019 DREAL PACA/RFCP

Maison isolée en paille de riz
© Coralie Garcia
Villazzel-Cabardès (11)



Sommaire

Contexte	3
Feu	4
Humidité	6
Retour d'expérience	10

Contexte



La DREAL PACA a proposé en 2019 au Réseau Français de la Construction en Paille (RFCP), de travailler à la reconnaissance du matériau « paille de riz » dans l'objectif de l'intégrer, à terme, dans les Règles Professionnelles de Construction en Paille.

Le RFCP a toujours souhaité intégrer le maximum de diversité de type de paille dans les Règles Professionnelles. En effet, en 2011, la C2P (Commission Prévention Produit) - qui est l'organe de décision finale concernant les Règles Professionnelles - a uniquement validé l'utilisation de bottes de paille de blé. Elle considérait qu'il n'y avait pas assez de tests en laboratoires et de retours d'expériences sur les autres types de paille de céréales.

Le travail engagé récemment a pour but de commencer le travail de caractérisation de la paille de riz et le retour d'expériences qui sera attendu au dépôt de futures Règles Professionnelles intégrant l'usage de la paille de riz.

Voici les tests prévus dans la convention établie entre le RFCP et la DREAL PACA :

—

Objectifs et actions assignés à l'association précitée :

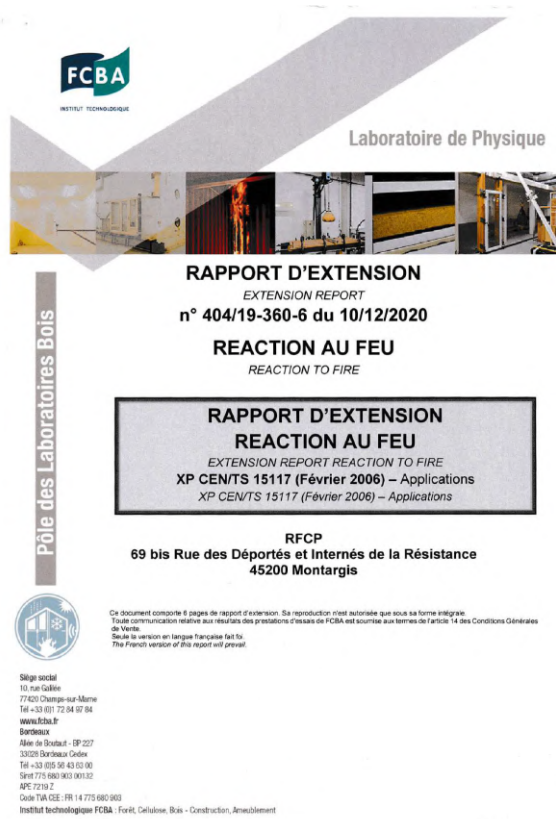
- Faire réaliser des tests supplémentaires de caractérisation du matériau, notamment la réaction au feu et la détermination du coefficient de vapeur d'eau mu, par un laboratoire certifié Cofrac.
- Recenser les bâtiments déjà existants intégrant de la paille de riz et en tirer des retours d'expériences au sein d'un rapport de synthèse. Possibilité d'instrumenter certains bâtiments.

—

Grâce à des extensions d'essais réalisés pour valider la réaction au feu, il a été possible de réaliser un essai supplémentaire au niveau de la caractérisation à l'humidité : la réalisation de la courbe de sorption et désorption.

Vous pourrez voir plus bas le résultat de ces essais ainsi qu'une explication de la campagne de recherche de bâtiments existants en paille de riz.

—



Une analyse du PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur) de chaque matériau utilisé dans les essais SBI a permis de montrer que la paille de riz a un classement de réaction au feu identique à celui de la paille de blé.

Ainsi, un rapport d'extension a été réalisé en prenant en compte la paille de riz sur les essais SBI existants.

Le classement de réaction au feu d'un mur en bottes de paille (de blé ou de riz) enduit (à la chaux ou à l'argile) est : **B - s1, d0**

Les rapports d'essai sont annexés au présent rapport.

Produit (product)	Valeur PCS (PCS value) (MJ/kg)
Paille de blé (utilisée dans le cadre des essais SBI 404/19-09) <i>Wheat straw (used for SBI tests 404/19-09)</i>	16,9
Paille de blé <i>Wheat straw</i>	17,3
Paille de riz <i>Rice straw</i>	14,9
Enduit de chaux <i>Lime</i>	0,0
Enduit de terre crue <i>Earth</i>	0,0

Pouvoir calorifique inférieur

(donc plus intéressant du point de vue de la réaction au feu)

Influence du type de paille (Impact of the type of straw):

Les résultats SBI ci-dessus montrent que la paille de blé et la paille de céréales donnent des résultats comparables. Les essais PCS montrent que la paille de riz possède une valeur de PCS inférieure à celle de la paille de blé. Les résultats SBI sont donc également applicables à la paille de riz. *(The SBI test results above show that wheat straw and cereal straw give similar results. PCS tests show that rice straw has a lower PCS value than wheat straw. SBI results are therefore applicable to rice straw).*

Influence du type d'enduit (Impact of type of coating) :

Les résultats PCS et SBI ci-dessus montrent que les types d'enduits testés donnent des résultats comparables *(the PCS and SBI test results above show that all types of coatings tested give similar results).*

Fait à Bordeaux, le 10/12/2020

At Bordeaux, December 10, 2020


Sandra WARREN
La Responsable Technique Feu
Fire Technical Manager


Frédéric WIELEZYNSKI
Le Responsable du laboratoire Feu
Laboratory Manager

Humidité

Détermination du coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau de la paille de riz

Cet essai permet de connaître la capacité d'un matériau à laisser passer la vapeur d'eau à travers lui. On parle souvent de « perspiration ».

La paille de blé a pour coefficient $\mu = 1,5$. Pour la paille de riz, le résultat trouvé est équivalent :

$\mu = 2,5$.

Ce résultat prouve que la paille de riz comme de blé est **très ouverte à la diffusion de la vapeur d'eau**.

À titre de comparaison, voici quelques exemples de coefficients μ (prononcé « mu ») de différents matériaux de construction :

Matériaux	Mu
Air (= référence)	1
Plaque de plâtre	4 à 10
Film pare pluie	
Enduit à la chaux	6 à 20
Laine de verre	1
Produits manufacturés à base de fibres végétales (laine de chanvre, de bois...)	1
Enduit au ciment	25 à 80
Panneaux OSB	≈ 150 à 250
Terre cuite	10 à 16
Béton cellulaire	6 à 10
Calcaire tendre	25 à 40
Polystyrène	60 à 150
Pare vapeur	
Béton armé	80 à 130
Film polyéthylène 150 micron	
Bitume	50 000
Granit	10 000
Verre, métaux, faïence	+∞

Les échantillons ont été fabriqués par nos soins et envoyés au laboratoire pour être testés.



Figure 1 : Coupelle d'essai / Test cup

Les résultats des mesures effectuées sont regroupés dans le tableau suivant :

Référence épreuve <i>Specimen reference</i>	Ø	d	ρ	g	W	Z	δ	μ	S _d
E1	186	97,8	83,6	3602,5	2,98	0,3	0,28442	2,52	0,24
E2	189	96,2	82,1	3711,5	3,07	0,3			
E3	189	94,0	88,2	3469,9	2,87	0,3			
E4	189	94,5	84,9	3671,3	3,03	0,3			
E5	189	94,0	89,5	3604,9	2,98	0,3			

Essai réalisé du / Test done from 20/07/2020 au / to 04/08/2020

Ø	diamètre de l'éprouvette de mesure (mm) <i>diameter of the measured specimen (mm)</i>	Z	résistance à la vapeur d'eau ((m ² .h.Pa)/mg) <i>water vapour resistance ((m².h.Pa)/mg)</i>
d	épaisseur de l'éprouvette de mesure (mm) <i>thickness of the measured specimen (mm)</i>	δ	perméabilité à la vapeur d'eau ((mg)/(m.h.Pa)) <i>water vapour permeability ((mg)/(m.h.Pa))</i>
ρ	masse volumique de l'éprouvette de mesure (kg/m ³) <i>density of the measured specimen (kg/m³)</i>	μ	coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau <i>water vapour diffusion resistance factor</i>
g	coefficient de transmission de la vapeur d'eau (mg/(m ² .h)) <i>water vapour transmission rate (mg/(m².h))</i>	S _d	épaisseur de couche d'air équivalente (m) <i>equivalent air layer thickness (m)</i>
W	perméance à la vapeur d'eau (mg/(m ² .h.Pa)) <i>water vapour permeance (mg/(m².h.Pa))</i>		

Détermination de la courbe de sorption et désorption de la paille de riz

Un autre essai a pu être réalisé, il s'agit de la courbe de sorption et désorption de la paille de riz.

Cet essai permet aux bureaux d'études de calculer la vitesse d'assimilation de la vapeur d'eau et de déchargement de celle-ci par le matériau, à l'aide d'un logiciel (notamment WUFI).

Cela permet de valider certaines compositions de parois qui sortent du cadre courant de la construction paille.

Les résultats des mesures effectuées sont regroupés dans les tableaux suivants :

%HR	Référence éprouvette <i>Specimen reference</i>	Mesure initiale <i>Initial measurement</i>		Mesure finale <i>Final measurement</i>		Résultats <i>Results</i>		
		date	m0 (g)	date	m (g)	Durée en jours <i>Duration in days</i>	u %	u moyen (%)
9	9415-A	24/07/2020	90,84	29/07/2020	91,38	5	4,20	4
	9415-B		90,74		91,16		3,37	
	9415-C	05/08/2020	90,75	17/08/2020	91,90	12	3,78	
	9415-D		91,11		92,26		3,90	
33	9415-A	18/08/2020	93,93	24/08/2020	94,69	6	7,97	8
	9415-B		94,19		94,81		7,50	
	9415-C	18/08/2020	94,16	24/08/2020	94,94	6	7,21	
	9415-D		94,87		95,30		7,33	
50	9415-A	25/08/2020	96,20	03/09/2020	96,58	9	10,12	10
	9415-B		96,32		96,67		9,61	
	9415-C	25/08/2020	96,37	03/09/2020	96,85	9	9,36	
	9415-D		96,79		97,20		9,47	
75	9415-A	08/09/2020	97,53	16/09/2020	101,31	8	15,53	15
	9415-B		98,10		101,25		14,82	
	9415-C	08/09/2020	97,99	17/09/2020	101,50	9	14,62	
	9415-D		99,08		101,72		14,55	
93	9415-A	28/09/2020	107,21	09/10/2020	110,96	11	26,52	26
	9415-B		108,19		110,83		25,67	
	9415-C	28/09/2020	107,56	12/10/2020	111,83	14	26,28	
	9415-D		109,26		110,96		24,96	

HR	Humidités Relatives ambiantes <i>Relative Humidities</i>	m	masse finale de l'éprouvette (g) <i>final mass (g)</i>
m ₀	masse initiale de l'éprouvette (g) <i>initial mass (g)</i>	u	teneur en eau massique (kg/kg) <i>moisture content mass by mass (kg/kg)</i>

Tableau n° 2 : Détermination des propriétés de sorption hygroscopique (NF EN 12571)

%HR	Référence éprouvette <i>Specimen reference</i>	Mesure initiale <i>Initial measurement</i>		Mesure finale <i>Final measurement</i>		Résultats <i>Results</i>		
		date	m0 (g)	date	m (g)	Durée en jours <i>Duration in days</i>	u %	u moyen (%)
75%	9415-A	13/10/2020	106,59	22/10/2020	103,55	9	18,08	17
	9415-B		105,26		103,38		17,23	
	9415-C	13/10/2020	107,99	23/10/2020	103,98	10	17,42	
	9415-D		106,71		103,79		16,88	
50%	9415-A	27/10/2020	99,70	06/11/2020	98,30	10	12,09	12
	9415-B		99,64		98,40		11,58	
	9415-C	27/10/2020	100,29	06/11/2020	98,75	10	11,52	
	9415-D		100,31		98,97		11,46	
33%	9415-A	06/11/2020	97,61	27/11/2020	95,97	21	9,43	9
	9415-B		97,36		96,05		8,91	
	9415-C	06/11/2020	98,11	27/11/2020	96,50	21	8,97	
	9415-D		98,11		96,71		8,92	
9%	9415-A	03/12/2020	93,39	11/12/2020	92,29	8	5,23	5
	9415-B		93,08		92,51		4,90	
	9415-C	03/12/2020	93,85	11/12/2020	92,78	8	4,78	
	9415-D		93,38		92,98		4,72	
0%	9415-A	14/12/2020	88,00	17/12/2020	87,70	3	0,00	5
	9415-B		88,41		88,19		0,00	
	9415-C	14/12/2020	88,80	17/12/2020	88,55	3	0,00	
	9415-D		89,01		88,79		0,00	

HR Humidités Relatives ambiantes
Relative Humidities

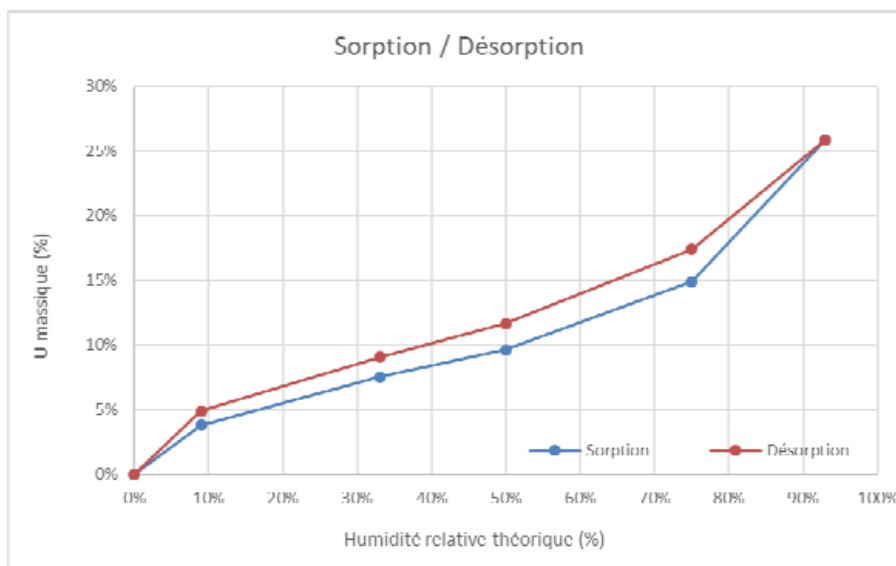
m masse finale de l'éprouvette (g)
final mass (g)

m₀ masse initiale de l'éprouvette (g)
initial mass (g)

u teneur en eau massique (kg/kg)
moisture content mass by mass (kg/kg)

Tableau n° 3 : Détermination des propriétés de désorption hygroscopique (NF EN 12571)

Courbes de sorption / désorption
Sorption / desorption curve



Retour d'expérience

La période de travail du salarié travaillant sur ce thème a commencé début mars 2020. Le travail d'enquête a donc démarré pour identifier les bâtiments ayant utilisé de la paille de riz.

Malgré le confinement, le travail de recensement a pu être fait et nous avons comptabilisé 14 bâtiments ayant utilisé des bottes de paille de riz comme isolant. Une de ces réalisations est une isolation par l'extérieur sur un mur pierre et une autre utilise également les qualités mécaniques de la botte de paille (technique de paille porteuse appelée aussi « Nebraska »).

Le temps alloué à cette action étant réduit, le salarié n'a pu visiter qu'un bâtiment, celui se situant en Haute-Loire.

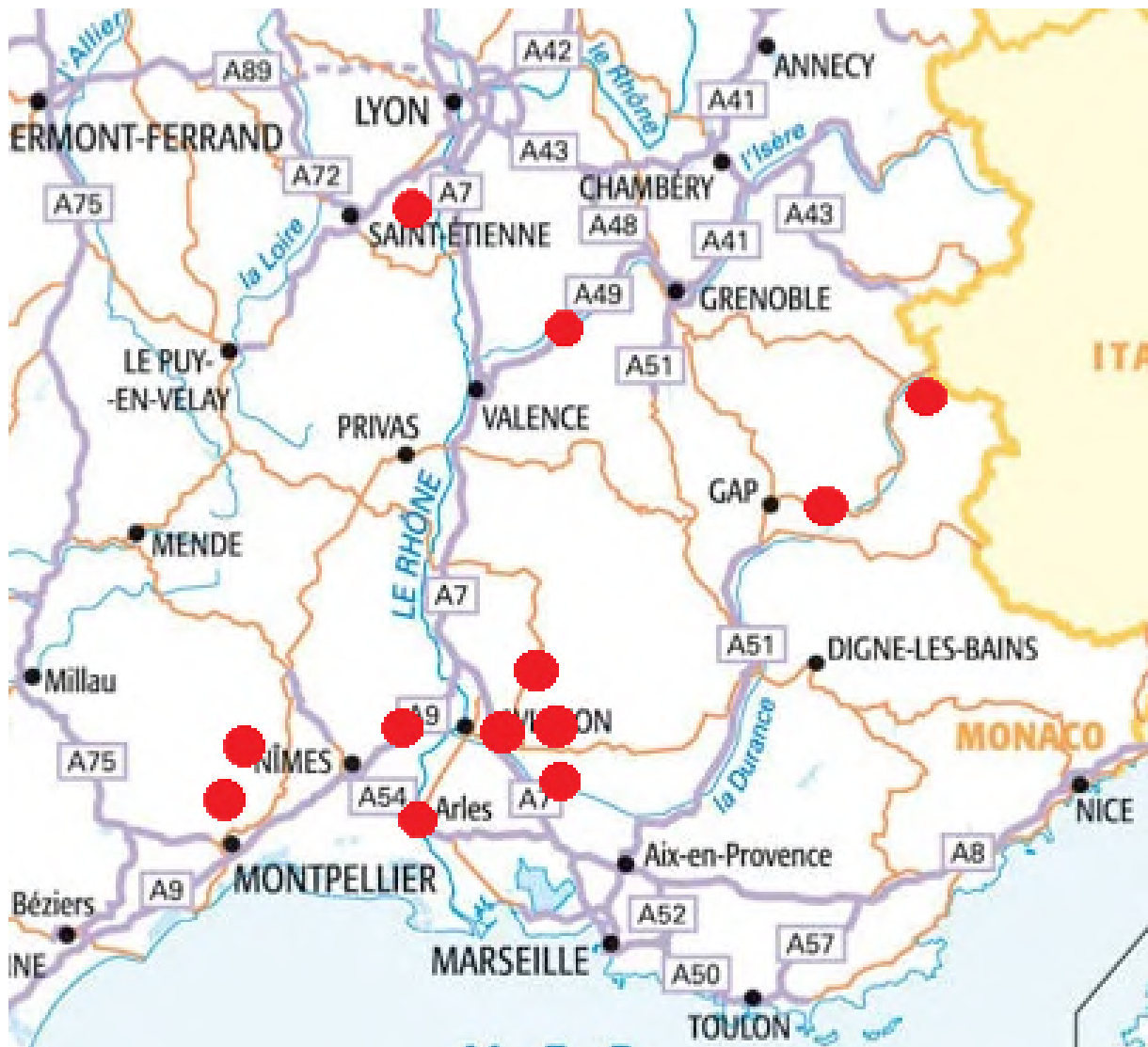
Aussi, nous nous sommes rendus compte que plusieurs des bâtiments identifiés ont été revendus et nous n'avons pas pu avoir les contacts des propriétaires actuels.

Vous pouvez voir ci-dessous que les bâtiments en bottes de paille de riz sont surtout localisés au plus proche des lieux de production.

Malgré tout, un tiers des maisons isolées en paille de riz sont éloignées du lieu de production. Cela s'explique par les pratiques d'un des négociants en paille (JCLagri) qui est installé dans la Drôme mais a l'habitude d'aller en Camargue en hiver pour confectionner des bottes de paille de riz qu'il transporte ensuite dans la Drôme.



↓ Zoom sur la zone sud-est
Points rouges : localisation des bâtiment recensés



Les bâtiments recensés sont visibles dans le tableau ci-dessous :

Type de construction - Etat Principe constructif	Commune	Code postal	Surface habitable en m ²	Typologie d'usage	Nature des travaux
Neuf - Achevé - Poteaux-poutre et ossa secondaire	Châteauneuf de Gadagne	84470	145	Logement individuel	Construction neuve
Neuf - Achevé - Ossature bois G5 bati-nature	Saint Mathieu de Treviers	34270	126	Logement individuel	Construction neuve
Neuf - en cours de construction - ADT	Brouzet-les-Quissac	30260	190	Logement individuel	Construction neuve
Neuf - Achevé - GREB	La Guillotière	42410	130	Logement individuel	Construction neuve
Neuf - Achevé - Ossature bois	les Taillade	84300	ADT	Logement individuel	Construction neuve
Neuf - Achevé - ADT	Cervieres	05100	ADT	Logement individuel	Construction neuve
Neuf - Achevé - Ossature bois	Robion	84440	126	Logement individuel	Construction neuve
Neuf - Achevé - Ossature bois	Carpentras	84200	115	Logement individuel	Construction neuve
Réhab - pas terminé - ITE et sarking	Chorges	05230	ADT	Logement individuel	Réhabilitation : ITE et Sarking
Neuf - terminé - Paille porteuse	Villarzel-Cabardès	11000	ADT	Logement individuel	Construction neuve
Neuf - en cours ? - Ossabois	saint paul les romans	26750		Logement individuel	Construction neuve
Neuf - Achevé - Pierre porteuse et ITE PdR	Saint bonnet du gard	30210	ADT	Logement individuel	Construction neuve
Neuf - achevé - Poteaux-poutre et ossa secondaire	Arles	13200	230	ERP 5e catégorie	Construction neuve
Neuf - Achevé - ADT					Construction neuve