



# Développement de la filière matériaux biosourcés

Association Le Village - Cavillon

---

Bilan 2014 et propositions de poursuite des travaux pour 2015

## Révision

---

Auteur	Date	Révision
Pierre DELOT	Décembre 2014	

## Contact

---

Association Le Village  
2625 route d'Avignon  
Mas de la Baronne  
84300 Cavaillon  
associationlevillage@wanadoo.fr  
www.associationlevillage.fr  
Tél : 04 90 76 27 40  
Fax : 04 90 78 37 64

# Sommaire

<b>Démarche.....</b>	<b>6</b>
<b>Développement économique des filières de matériaux biosourcés .....</b>	<b>7</b>
<i>La reconnaissance de solutions constructives.....</i>	<i>7</i>
<i>État des lieux, en septembre 2012 (granulats et fibres en vrac) .....</i>	<i>8</i>
<i>Freins normatifs et réglementaires à lever, en septembre 2012 (granulats et fibres en vrac) .....</i>	<i>8</i>
<i>Priorisation des actions.....</i>	<i>9</i>
<b>Travaux menés avant 2014 .....</b>	<b>11</b>
<i>BTC.....</i>	<i>11</i>
<i>Enduits intérieurs et adobes .....</i>	<i>12</i>
<b>Travaux menés en 2014 .....</b>	<b>14</b>
<i>Communication.....</i>	<i>14</i>
<i>Flyers.....</i>	<i>14</i>
<i>La plaquette « balle de riz ».....</i>	<i>16</i>
<i>Les échantillons de balle de riz.....</i>	<i>16</i>
<i>Flash code .....</i>	<i>17</i>
<i>Documentation « pdf ».....</i>	<i>17</i>
<i>Dropbox.....</i>	<i>18</i>
<i>Catalogue des matériaux.....</i>	<i>18</i>
<i>Youtube .....</i>	<i>19</i>
<i>Liens dans la signature mail « Village ».....</i>	<i>19</i>
<i>Liens dans les sites internet.....</i>	<i>19</i>
<i>Le Village .....</i>	<i>19</i>
<i>PNR Luberon .....</i>	<i>20</i>
<i>APTE .....</i>	<i>20</i>
<i>Envirobat / BDM.....</i>	<i>21</i>
<i>Silos de Tourtoulon .....</i>	<i>21</i>
<i>Mailing .....</i>	<i>21</i>
<i>Les salons, foires et autres .....</i>	<i>22</i>
<i>La presse.....</i>	<i>23</i>
<b>Caractérisation de la balle de riz brute en vrac .....</b>	<b>23</b>
<b>Contrôle qualité .....</b>	<b>24</b>

<b>Les chantiers « balle de riz » .....</b>	<b>25</b>
<i>Les demandes de renseignements, les devis, les ventes.....</i>	25
<i>Fiches de retour d'expériences de chantiers (FRECE) .....</i>	25
L'AQC.....	26
<i>Utilisation mixte paille-balle.....</i>	26
<i>Préfabrication en atelier .....</i>	27
<b>Essais de souffleuses .....</b>	<b>27</b>
<b>Essais de conditionnement.....</b>	<b>28</b>
<b>Mode de livraison.....</b>	<b>30</b>
<b>Traitements/opération sur la balle de riz brute.....</b>	<b>31</b>
<b>Réseau avec le monde de l'éco construction.....</b>	<b>31</b>
<b>Potentiel de développement.....</b>	<b>32</b>
<i>Quantité disponible .....</i>	32
<i>Tarifs publics.....</i>	33
<i>Coût d'un chantier d'isolation de combles perdus .....</i>	34
Prestation « laine de verre ».....	34
Prestation « ouate de cellulose » .....	34
Prestation « balle de riz » .....	35
<i>Vrac livré sur chantier.....</i>	35
<i>Big bag livrés sur chantier.....</i>	35
<i>Sacs de 20 kg livrés sur chantier .....</i>	35
Vers quel modèle se diriger ? .....	35
En conclusion .....	35
<i>Coût de l'isolant vrac pour une maison neuve.....</i>	36
<i>Conditionnement non compacté.....</i>	36
In-situ, mais pas que pour le bâtiment.....	36
In situ, en complément d'une autre activité .....	37
<i>Problématique du stockage .....</i>	37
<i>Revenus dégagés par un conditionnement de 2700 m3 en sac PP de 20 kg.....</i>	37
Ex-situ, directement chez le client.....	37
<b>Poursuite des travaux menés sur la balle de riz .....</b>	<b>39</b>
<b><i>Filières ciblées et besoins associés.....</i></b>	<b>41</b>
<i>Filière isolation par voie sèche.....</i>	41
Sur chantier.....	41
Préfabrication en atelier .....	42

Conditionnement / livraison .....	42
<i>En vrac</i> .....	42
<i>Au détail</i> .....	43
Soufflage (débit + combles perdus) .....	43
Soufflage et insufflation (remplissage de caisson) .....	44
Caractérisation « produit », « Conception », « Pose » .....	45
<i>Feu</i> .....	45
<i>Hygrométrie, tassement</i> .....	45
Communication/démarchage .....	46
Contrôle qualité .....	46
Retour d'expérience de chantier .....	46
<i>Filière isolation par voie humide, stabilisation par la chaux</i> .....	46
Sur chantier.....	46
Préfabrication en atelier .....	47
Communication.....	47
Caractérisation .....	47
Retour d'expérience de chantier .....	47
<i>Filière isolation par voie humide - stabilisation par la terre argileuse</i> .....	48
Sur chantier.....	48
Préfabrication en atelier .....	48
Caractérisation .....	48
Retour d'expérience de chantier .....	48
<b>Chiffrage des besoins</b> .....	<b>49</b>
<i>Charges de personnel et de fonctionnement</i> .....	49
<i>Achats et services</i> .....	49
Essais de souffleuses.....	49
Matériaux.....	49
Outils.....	49
Caractérisation en laboratoire.....	49
Conditionnement.....	50
Communication.....	50
Retour d'expérience de chantier .....	50
Démarchage des entreprises .....	50

## Démarche

Nous nous engageons à mettre à disposition de tous les résultats et les conclusions qui seront produits par la présente étude, dans un format intelligible, au travers d'une mise en ligne (internet) sur un espace de stockage accessible librement. Ces résultats seront présentés sous la forme de photos, vidéos, documents (formats classiques : pdf, Excel, ...). Les vidéos seront aussi diffusées sur Youtube pour toucher un large public.

Ce travail de transparence et de communication au profit de tous (citoyens, entreprises, chercheurs, ...) sera fait sur « ce qui marche », et sur « ce qui ne marche pas » pour que les mauvaises pratiques ne se perpétuent pas. Il permettra de faire progresser la connaissance, les techniques, les usages, les bonnes pratiques, dans la logique d'une diffusion des savoir-faire auprès de tous, et d'une professionnalisation de l'éco-construction.

A la fin de la présente étude, les données publiées en ligne seront remises au financeur de la présente étude sous un format CD/DVD/... .

Les dossiers de travail non publiés en ligne (pour ne pas noyer l'information pertinente au milieu de documents de travail non finalisés) seront remis au financeur de l'étude sur sa demande. Ces dossiers de travail pourront être réutilisés par les personnes en charge « de la suite » des études, pour ne pas refaire perpétuellement ce qui a déjà été fait, à condition que :

- ▷ Les informations contenues dans ces dossiers de travail ne soient pas diffusées par le prestataire.
- ▷ Les informations soient restituées en fin de mission au financeur.
- ▷ Le prestataire s'engage à être dans la même logique de transparence.

Une présentation des travaux menés / en cours sera faite sur des bases calendaires à définir avec le financeur, et lors de rencontres nationales/régionales auprès des réseaux professionnels (assises nationales construction en terre crue, Construction Paille, filières locales pour la construction durable, ...) si les calendriers et les budgets le permettent. Le suivi de la prestation par le financeur pourra être fait au quotidien depuis internet au travers de l'espace de stockage.

Cette démarche est celle qui est actuellement pratiquée par Le Village sur les travaux menés sur la balle de riz et sur les matériaux en terre crue (BTC, pisé, adobes, enduits). Le Gabion fait de même en diffusant sur internet ses documents et ses cours.

# Développement économique des filières de matériaux biosourcés

Dans le cadre du Plan d'action Filière Biosourcée, orchestré par la DHUP (Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages), une réflexion sur les freins à la prescription des matériaux biosourcés dans la construction a été menée.

Un groupe de travail, appuyé et animé par le FCBA, a dressé un inventaire des « Obstacles au développement économique des filières de matériaux et produits de construction biosourcés », et a proposé des fiches des actions à entreprendre.

Les éléments donnés dans ce paragraphe sont extraits du rapport du groupe de travail : « RAPPORT DE MISSION : Action 6a : Identification des freins normatifs et réglementaires à la prescription des matériaux biosourcés dans la construction », DFQ0401-01.70.37.00 Version 1, FCBA.IBC.342.373-JL/PDe-N°2012.204.1249, Bordeaux, le 05/09/2012.

Parmi les matériaux sur lesquels cette étude portait, on trouve les « Granulats et fibres végétales en vrac (hors ouate de cellulose) pour remplissage de cavités de murs, planchers et toitures ». La balle de riz rentre dans cette catégorie.

---

## La reconnaissance de solutions constructives

---

En France, la reconnaissance de solutions constructives est basée sur l'identification et la fiabilisation de 3 types d'informations techniques que sont :

- Performances des produits (matériaux, composants, systèmes)
- Conception des ouvrages (justification et seuils d'exigences)
- Pose des produits dans l'ouvrage (DTU par exemple)

Un produit, lorsque qu'il fait l'objet des trois référentiels « produit – conception – pose » génériques et collectifs (normes produits, réglementations, DTU,...) est considéré comme « traditionnel ». Lorsqu'au moins l'un des trois référentiels collectifs n'existe pas pour un produit de construction, celui-ci est dit « non traditionnel » et doit faire l'objet d'une validation particulière afin de créer le ou les référentiels manquants.

En France, la voie habituelle de validation des produits non traditionnels (souvent nouveaux) est celle de l'Avis Technique (AT) ou du Document Technique d'Application (DTA), procédures managées par le CSTB.

L'Avis Technique comprend ainsi trois parties :

- Une partie « produit »
- Une partie « conception »
- Une partie « pose ».

Lorsqu'un produit non traditionnel bénéficie d'un marquage CE qui apporte des informations sur ses performances intrinsèques, il convient d'y associer un DTA qui apportera les informations nécessaires pour les parties « conception » et « pose ».

Les Règles Professionnelles, documents non normatifs, mais reconnus par les professions et les assureurs, permettent également de « traditionnaliser » des techniques de construction.

## État des lieux, en septembre 2012 (granulats et fibres en vrac)

Le groupe de travail constate l'absence de support normatif ou réglementaire pour ce qui est de la mise en œuvre des granulats et fibres végétales en vrac, pour remplissage de cavités de murs, planchers et toitures.

5	ETAT DES LIEUX NORMATIF ET REGLEMENTAIRE POUR LES FAMILLES SELECTIONNEES
5.2	GRANULATS ET FIBRES VEGETALES EN VRAC POUR REMPLISSAGE DE CAVITES DE MURS, PLANCHERS ET TOITURES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>Performances du produit</u></li> </ul> <p>Pas de résultats « officiels » connus à ce jour</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>Conception d'ouvrages à partir du produit</u></li> </ul> <p>Pas de valeurs certifiées ou de résultats d'essais connus (thermique, acoustique, sécurité incendie, durabilité/salubrité)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>Mise en œuvre du produit</u></li> </ul> <p>Pas de document « officiel » (DTU ou règles professionnelles) incluant ces matériaux.</p>
	<p><a href="#">État des lieux normatif et réglementaire pour les granulats et fibres végétales en vrac ...</a></p>

Le travail initié en 2014 sur la balle de riz a permis d'améliorer la connaissance des « performances du produit », en vue de lever progressivement les freins dans l'utilisation de la balle de riz comme isolant en vrac.

## Freins normatifs et réglementaires à lever, en septembre 2012 (granulats et fibres en vrac)

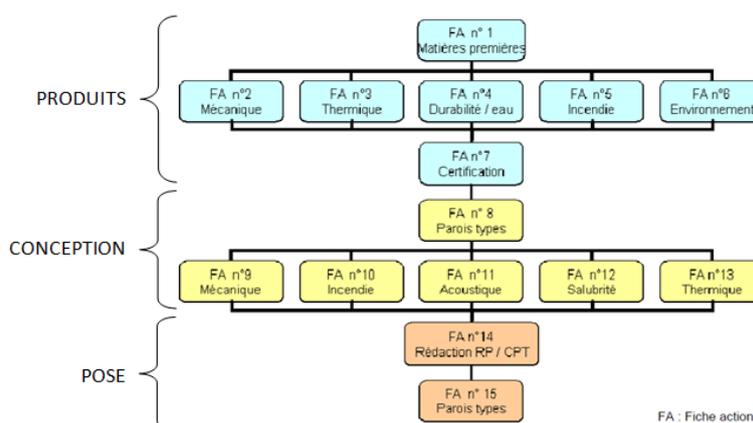
Le tableau suivant synthétise par type de référentiel les travaux à mener pour lever progressivement les freins normatifs et réglementaires, pour pouvoir utiliser les matériaux biosourcés (isolants) dans tous les types de bâtiments.

Niveau d'exigence	Performances du produit	Conception des ouvrages	Mise en œuvre
Produit / destination	<p><b>Caractérisation de la matière première</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Influence de la nature et de la granulométrie (géométrie et dimensions) des particules sur les propriétés ci-dessous.</li> <li>Mise en place d'un contrôle qualité par rapport aux résultats précédents</li> </ul> <p><b>Stabilité mécanique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation de la stabilité dimensionnelle dans des conditions de température et d'humidité spécifiées.</li> <li>Evaluation de la résistance et du fluage en compression</li> </ul> <p><b>Sécurité incendie</b></p> <p>Caractérisation de la réaction au feu des produits</p> <p><b>Thermique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evolution de la conductivité thermique en fonction de la température</li> <li>Evaluation de la capacité thermique du produit</li> <li>Evaluation de l'effusivité et de la diffusivité des produits</li> </ul> <p><b>Comportement à l'eau / durabilité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation de la résistance du produit face au risque fongique et insecte en vraies conditions d'emploi.</li> <li>Evaluation de l'absorption d'eau à cours terme</li> </ul> <p><b>Environnement et santé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Création d'une FDES spécifique</li> <li>Rédaction d'une fiche de données de sécurité (FDS) conforme à l'Annexe 2 du règlement Reach si utilisation de produits biocides</li> <li>Caractérisation des émissions de polluants volatils pour étiquetage sanitaire (décret 2011-321)</li> </ul>	<p><b>Stabilité mécanique</b></p> <p>Optimisation des ouvrages en fonction des caractéristiques du produit</p> <p><b>Sécurité incendie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation de la résistance au feu de parois types (essais + avis de laboratoire)</li> <li>Evaluation de la propagation du feu en façades (essais + avis favorable du CECMI)</li> </ul> <p><b>Acoustique</b></p> <p>Evaluation de solutions constructives types pour les parois verticales, les planchers et les toitures.</p> <p><b>Thermique</b></p> <p>Demande d'un titre V auprès de la DHUP.</p> <p><b>Salubrité/durabilité</b></p> <p>Qualification de parois types en termes de conditions de température et d'humidité au cours du temps selon climats représentatifs</p>	<p><b>En parois verticales à ossature bois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rédaction de règles professionnelles pour tous les types de pose (soufflage, injection)</li> <li>Proposition de solutions techniques pour la mise en œuvre en usine</li> </ul> <p><b>En doublage de parois verticales en béton ou en maçonnerie</b></p> <p>Rédaction de règles professionnelles pour tous les types de pose (soufflage, injection)</p> <p><b>En parois bois horizontales ou inclinées</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rédaction de règles professionnelles pour tous les types de pose (soufflage, injection)</li> <li>Proposition de solutions techniques pour la mise en œuvre en usine</li> </ul> <p><b>Validation par la C2Pdes règles pro créées</b></p>

Tableau de synthèse sur les freins normatifs et réglementaires à lever pour une utilisation des matériaux biosourcés dans tous types de bâtiments

## Priorisation des actions

« Le logigramme proposé ci-dessous constitue l'organisation optimale dans le temps des fiches actions les unes par rapport aux autres. Les actions situées au même niveau peuvent être menées en parallèle ».



Logigramme de priorisation des actions techniques

« Toutes les actions sont imbriquées les unes avec les autres et la réalisation de certaines actions imposent l'utilisation de résultats d'autres actions nécessairement préalables. Un phasage correct et un ordonnancement des actions les unes par rapport aux autres génèreront pour les filières biosourcées (et pour les organismes financeurs) un gain de temps et d'argent considérable ».

Les travaux menés sur la balle de riz en 2014 se sont focalisés sur les actions « produits », en abordant les actions « conception » et « mise en œuvre » au travers des contraintes des chantiers réalisés pendant la période. Voir [ce paragraphe](#).

## Travaux menés avant 2014

Développer une filière locale autour des matériaux biosourcés nécessite en premier lieu de proposer aux auto constructeurs et aux artisans déjà sensibilisés des solutions concrètes adaptées et applicable très rapidement sur des chantiers, et des réponses concrètes à leurs questions techniques.

Ce marché se développe d'abord autour d'un noyau militant, avant de pouvoir grandir, se structurer et se démocratiser.

Un certain nombre de travaux techniques sont donc indispensables au développement d'une filière régionale matériaux biosourcés. Une filière peut rapidement être une coquille vide, perçue par les professionnels comme un outil chronophage qui ne les aide pas à court terme, si elle ne s'appuie pas sur des travaux d'ingénierie appliquée. Pour développer une filière, les artisans seront sollicités alors que leur temps est précieux. Il faut donc être efficace, travailler dans leur direction et tout de suite.

En parallèle de ces actions, un travail de fond doit être réalisé pour caractériser le matériau afin de répondre aux besoins et contraintes des prescripteurs.

---

### BTC

---

En 2012 et 2013, un travail conséquent de documentation a été réalisé par l'association Le Village sur les matériaux en terre crue, cœur historique de son activité dans l'éco construction. Ce travail permet aujourd'hui de voir émerger en 2013 les premières utilisations des BTC dans des bâtiments publics (ERP). Hier, les BTC étaient surtout achetées par des militants, aujourd'hui, le marché se déplace vers les projets faisant intervenir des architectes et des entreprises. Toute la documentation technique mise en accès libre depuis le site internet de l'association est une des raisons de cette évolution.



Inauguration de la [maison des chauves souris](#), marais du Vigueirat, entreprise Magnoni, 2014, Bouches du Rhône



Chantier de l'école des Granges Gontardes - entreprise Provence concept - novembre 2014, Drôme

## Enduits intérieurs et adobes

En 2012/2013, des travaux de formulation ont été menés pour étoffer la gamme des matériaux en terre crue (enduits, adobes allégés). Une gamme restreinte d'enduits intérieurs en terre a été formulée (gobetis, enduit de corps fin, enduit de corps épais, plusieurs enduits de finition). Plusieurs chantiers ont été réalisés, dont deux pour lesquels la mise en œuvre a été faite par le Village. Deux exemples sont donnés ci-dessous.



Enduit intérieur sur botte de pailles - Mme S - 2014 - chantier participatif, Drôme provençale



Enduit terre intérieur / mur chauffant sur structure bois-paillasons isolée en balle de riz, Maison Commune Cavaillon, mise en œuvre Le Village - APTE, 2014

En 2013, les premiers adobes allégés ont été fabriqués et une esquisse de l'atelier de fabrication et de son fonctionnement a été mise en place dans des locaux temporaires (tunnels de maraîchage). Les adobes sont des matériaux « nouveaux » dans la région, et aucune vente n'a encore été conclue en direct.

La commercialisation au travers d'Akterre, prévue en 2014, a été reportée du fait des difficultés rencontrées au niveau du stockage au sec des matières premières et des matériaux transformés, ainsi que des conditions de travail en période estivale. Cette dernière difficulté est principalement induite par :

- ▷ Les locaux de production (serres de maraîchage). L'été, travailler dessous est éprouvant dès le milieu de la matinée pour un salarié en bonne santé. Ces conditions sont doublement éprouvantes pour certains de nos ouvriers plus fragiles ou en période de jeune (le Ramadan était en juillet cette année). La production « à l'ombre sous hangar » est de loin préférable.
- ▷ Le nombre de salariés à partager entre la production des BTC et des adobes.
- ▷ La période de production qui coïncide avec les vacances scolaires estivales et la prise des congés par une partie du personnel.

## Travaux menés en 2014

Les travaux menés en 2014 s'appuient sur la logique proposée par le groupe de travail regroupé autour du FCBA (voir [ce paragraphe](#)), en donnant la priorité au « produit ».

Le travail sur la « conception » et sur la « pose » a été abordé uniquement pour trouver des solutions opérationnelles.

En parallèle, un travail de communication a été opéré pour faire connaître les matériaux biosourcés.

L'effort a surtout été porté sur la balle de riz.

## Communication

### Flyers

Des flyers ont été conçus, imprimés (sauf enduits) et distribués sur chacun des thèmes suivants : balle de riz, BTC, enduits, adobes, chantiers extérieurs :

**La balle de riz**  
L'isolant qui pense aussi au confort d'été

Le Village  
éco-matériaux, paniers de légumes, cantine associative Lieu de vie / Chantier d'insertion

La balle, c'est l'enveloppe protectrice du grain de riz  
Provenance : Camargue  
Naturellement résistante à l'eau et au feu  
Isole aussi bien du chaud que du froid  
Capacité thermique  $2320 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  1433 à 1480  $\text{J/kg}^\circ\text{C}$   
Conductivité thermique  $0,028 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  0,048  $\text{W/m}^\circ\text{C}$   
=> isolant (120  $\text{kg/m}^3$ ) à ventir  $\text{W/m}^2$   
=> tassé (180  $\text{kg/m}^3$ )

Pour l'isolation des combles perdus (soufflage possible)  
Pour l'isolation en caissons (maisons ossature bois)

Association Le Village  
2625 route d'Avignon - BP 10056 - 84300 Cavailhon  
04 90 76 27 40  
associationlevillage@wanadoo.fr  
www.associationlevillage.fr

**Les adobes**  
Briques de terre crue moulées à la main

Le Village  
éco-matériaux, paniers de légumes, cantine associative Lieu de vie / Chantier d'insertion

Pour vos cloisons intérieures  
Adobes à enduire  
(enduits terre vendus séparément)  
Briques composées de terre, sable, paille,  
gerbes de lavande, balle de riz, copeaux de bois  
Séchées au soleil  
Densité : 1200  $\text{kg/m}^3$   
Mortier de pose vendu séparément

Association Le Village  
2625 route d'Avignon - BP 10056 - 84300 Cavailhon  
04 90 76 27 40  
associationlevillage@wanadoo.fr  
www.associationlevillage.fr

**Les enduits terre**  
**Une seconde peau**

Le Village  
 éco-matériaux, pariers de légumes, cantine associative Lieu de vie / Chantier d'insertion

la documentation

Pour donner du caractère à votre décoration intérieure  
 100% naturels  
 Composés de terre, sable, paille, lavande, balle de riz

Renformis, Enduits de corps, Enduits de finition  
 Améliore la régulation hygrométrique

Peuvent être stabilisés dans la masse à la colle à la farine  
 et en surface à l'huile de lin

Association Le Village  
 2625 route d'Avignon - BP 10056 - 84300 Cavailon  
 04 90 76 27 40  
 associationlevillage@wanadoo.fr  
 www.associationlevillage.fr

**Les BTC**  
**Un argument de poids**

Le Village  
 éco-matériaux, pariers de légumes, cantine associative Lieu de vie / Chantier d'insertion

la documentation

Briques de Terre Crue Compressées  
 Stabilisées avec 6% de ciment blanc

Pour amener de l'inertie dans vos maisons  
 Pour améliorer la régulation hygrométrique  
 Densité : 2 tonnes/m<sup>3</sup>

Murs Trombe, mur accumulateur, poêle de masse  
 Cloisons phonique, cloisons chauffantes  
 Parement, mobilier  
 Mortier de pose vendu séparément

Association Le Village  
 2625 route d'Avignon - BP 10056 - 84300 Cavailon  
 04 90 76 27 40  
 associationlevillage@wanadoo.fr  
 www.associationlevillage.fr

**Nous construisons pour vous**  
**Ensemble, écologique et solidaire**

Le Village  
 éco-matériaux, pariers de légumes, cantine associative Lieu de vie / Chantier d'insertion

la documentation

Montage de murs en BTC, adobes, paille-terre  
 Isolation écologique (bottes de paille, balle de riz, ...)  
 Toitures végétalisées

Poêle de masse

Pose de paillassons de roseaux  
 d'enduits terre intérieur  
 de peintures écologiques

Petits chantiers neuf ossature bois

Association Le Village  
 2625 route d'Avignon - BP 10056 - 84300 Cavailon  
 04 90 76 27 40  
 associationlevillage@wanadoo.fr  
 www.associationlevillage.fr

Flyers « balle de riz », adobes, enduits, BTC et « chantiers extérieurs »

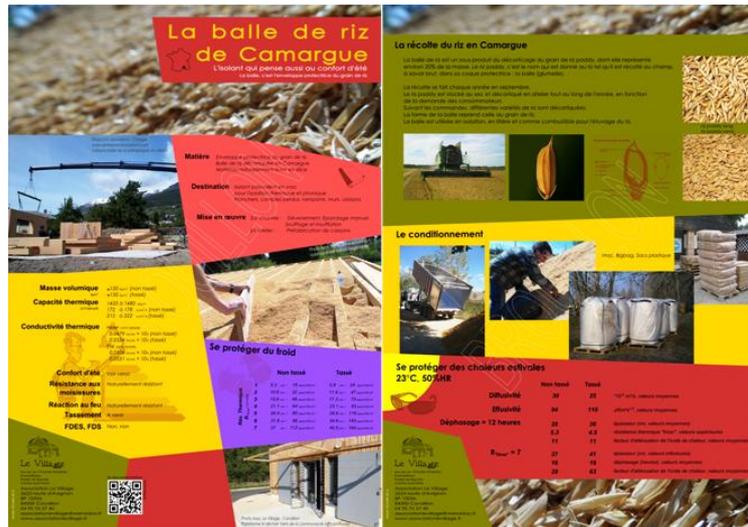
Les flyers sur la balle de riz ont été distribués aux particuliers venant directement au Village, à tous les espaces info énergie (Paca et Languedoc Roussillon), aux partenaires avec qui on travaille régulièrement (PNR Luberon, APTE, BDM, Le Gabion, entreprise Bonnefont) et ont été distribués sur les foires, forums, ...

Les autres flyers (BTC, enduits, adobes, chantiers extérieurs) ont été distribués à plus petite échelle.

Tous sont disponibles au format pdf et sont stockés dans une [dropbox](#), permettant aux partenaires de les imprimer s'ils n'en ont plus au format papier.

## La plaquette « balle de riz »

Un prototype de plaquette A4 recto verso pour communiquer sur la balle de riz auprès des professionnels a été réalisé et soumis à remarque. Ce type de plaquette est demandé, entre autres, par les revendeurs de matériaux écologiques. Le travail sur la plaquette est en stand-by, en attendant les résultats de mesure du CSTB (conductivité thermique) et du FCBA (tassement).



Prototype de plaquette A4 balle de riz

Le même type de plaquette mériterait d'être conçu pour les BTC, pour faciliter la vente en direct. Ceci n'a pas été fait par manque de temps.

## Les échantillons de balle de riz

Les personnes intéressées par nos matériaux doivent pouvoir rentrer chez eux avec des échantillons pour en discuter à tête reposée, mûrir leur projet et se convaincre de leur pertinence. Les échantillons, c'est tactile et ça se montre aux amis, voisins, collègues, ...

1500 sachets zip de balle de riz ont été remplis et distribués dans les mêmes réseaux que les flyers.

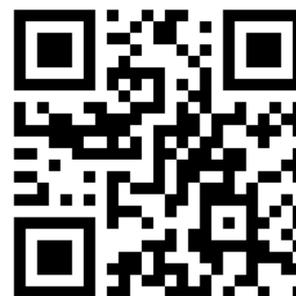




[Autocollant et échantillons de balle de riz](#)

### Flash code

Un flash Code a été créé pour chaque matériau. Ce flash code permet d'accéder librement depuis un Smartphone à un espace de stockage sur internet ([dropbox](#)). Cet espace de stockage rassemble toutes les informations techniques sur le matériau.



[flash code balle de riz](#)

### Documentation « pdf »

Les documents écrits au format Word sont disponibles sur la dropbox au format PDF.

Les liens hypertexte (sources bibliographiques, lien vers les dossiers dropbox) sont actifs et permettent au lecteur de lire facilement le document de retrouver les sources directement sur internet. Si les documents sont imprimés, les liens sont perdus, mais en pied de chaque page, le QR Code permet de retrouver le document mis à jour sur la dropbox.

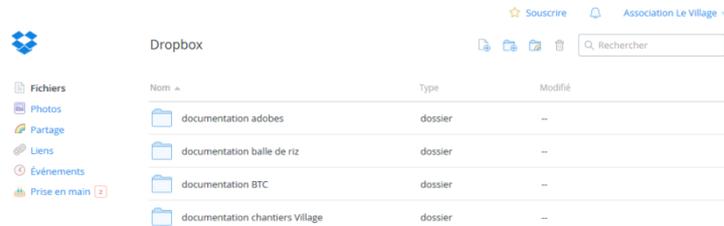


[Pied de page d'un document sur la balle de riz](#)

Tous les documents sont marqués d'un filigrane « pour information » pour mettre en garde le lecteur quand à l'utilisation des données qui sont présentées dans le document. Le jugement sur la pertinence du travail réalisé et la responsabilité de l'utilisation des résultats est laissée au lecteur du document.

## Dropbox

Une dropbox, c'est un espace de stockage sur internet. Deux gigas d'espace sont disponibles gratuitement. Cet espace est suffisant pour communiquer efficacement avec les personnes intéressées par nos matériaux, tout en y intégrant des supports de communication qui prennent de la place (photos, vidéos).



Impression d'écran du compte Dropbox du Village

Le contenu de la dropbox est téléchargeable depuis n'importe quel ordinateur.

## Catalogue des matériaux

Un catalogue des matériaux et un flyer ont été réalisés.

Ils n'ont pas été imprimés et sont disponibles en format pdf sur la dropbox.



Flyer « tarifs des matériaux »



## CATALOGUE DES MATERIAUX 2014

Le Village (Cavaillon)



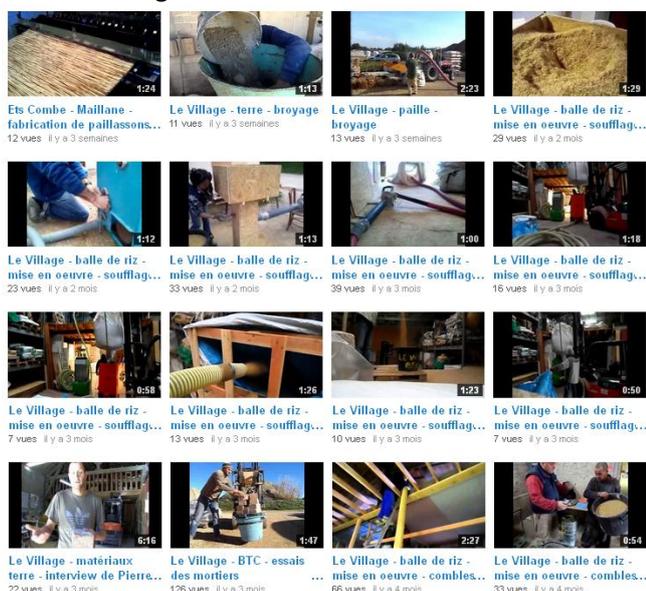
Extrait du « catalogue des matériaux »

## Youtube

Un compte Youtube « Village » a été créé pour communiquer au travers d'un site bien référencé par Google, et pour toucher les gens au travers de petites vidéos courtes. En effet, on passe notre temps à être sollicité par de l'information « à lire » et si on doit choisir entre une vidéo courte, une newsletter ou un site internet, la plupart des gens choisiront la vidéo.

De même, la recherche internet se fait souvent par mots clés et il est facile de lier des mots clés à des vidéos Youtube.

Les vidéos disponibles sur Youtube sont aussi disponibles dans la dropbox, et les liens donnés dans les signatures mail et sur le site internet du Village.



Extrait du compte du Village sur Youtube

## Liens dans la signature mail « Village »

Les liens vers l'espace de stockage internet sont donnés dans la signature mail du Village.

Ils sont redonnés ici : [Le catalogue des matériaux](#), [Les BTC](#), [Les adobes](#), [La balle de riz](#), [Les enduits terre](#), [Le pisé](#), [Youtube](#)

Association Le Village  
2625 route d'Avignon  
Mas de la Baronne - BP10056 - 84300 Cavailhon  
Tél : 04 90 76 27 40  
Fax : 04 90 78 37 64  
[www.associationlevillage.fr](http://www.associationlevillage.fr)  
[associationlevillage@wanadoo.fr](mailto:associationlevillage@wanadoo.fr)  
Venir au Village

*Le Village vous dit tout. Vous pouvez venir nous voir, on vous montrera comment sont faits nos matériaux écologiques. Vous pouvez visionner et télécharger des photos, vidéos, notes techniques, rapports d'essais, retour d'expérience, voir comment on construit avec nos matériaux, ... simplement en cliquant sur les liens suivants : [Le coin presse](#), [Le catalogue des matériaux](#), [Les BTC](#), [Les adobes](#), [La balle de riz](#), [Les enduits terre](#), [Le pisé](#), [Youtube](#)*  
*Ces dossiers sont régulièrement mis à jour. N'hésitez pas à y retourner.*

Signature mail du Village

## Liens dans les sites internet

### Le Village

Des liens hypertextes vers la dropbox ont été ajoutés sur le site internet du Village.



## PNR Luberon

La page internet du PNR du Luberon dédiée aux BTC n'a pas encore été modifiée. Le projet est d'aller vers une page où seuls des liens permanents sont donnés, pour éviter de laisser sur la page internet des versions obsolètes de la documentation.



## APTE

Une page internet dédiée à la balle de riz a été créée sur le site de l'association [APTE](#) a été créé en 2014 : [Lien](#).



Page « la balle de riz » sur le site d'APTE

Cette page reprend les informations essentielles sur la balle de riz et donne les liens permanents vers la dropbox, pour chacun des thèmes « techniques » suivants :

- Capacité thermique : [Lien vers le dossier.](#)
- Réaction au feu : [Lien vers le dossier.](#)
- Odeur / émissions COV : [Lien vers le dossier.](#)
- Fongique : [Lien vers le dossier.](#)
- Masse volumique : [Lien vers le dossier.](#)
- Eau et vapeur d'eau : [Lien vers le dossier.](#)
- Conductivité thermique : [Lien vers le dossier.](#)
- Confort d'été : [Lien vers le dossier.](#)
- Dureté, abrasion, corrosion : [Lien vers le dossier.](#)
- Composition physico chimique : [Lien vers le dossier.](#)
- Tassement : [Lien vers le dossier.](#)
- Termites : [Lien vers le dossier.](#)
- Appétence : [Lien vers le dossier.](#)
- Surface exposée, pertes de charges, angle de repos : [Lien vers le dossier.](#)
- Acoustique : [Lien vers le dossier.](#)
- Rongeurs, insectes et araignées : [Lien vers le dossier.](#)
- Conditionnement : [Lien vers le dossier.](#)
- Traitements phyto : [Lien vers le dossier.](#)
- Essais de souffleuses : [Lien vers le dossier.](#)
- Les chantiers réalisés (incomplet) : [Lien vers le dossier.](#)
- Gestion de la poussière : [Lien vers le dossier.](#)
- La livraison / différentes solutions : [Lien vers le dossier.](#)
- Les conditionnements à travers le monde / Les essais : [Lien vers le dossier.](#)
- Les adobes / balle de riz : [Lien vers le dossier.](#)
- Les bétons / balle de riz : [Lien vers le dossier.](#)
- Les cendres de balle de riz : [Lien vers le dossier.](#)
- Les enduits terre / balle de riz : [Lien vers le dossier.](#)

La mise à jour de cette page est donc très rapide.

### **Envirobat / BDM**

Un lien vers la dropbox devrait être créé par Envirobat sur une page dédiée, à la fin de l'année.

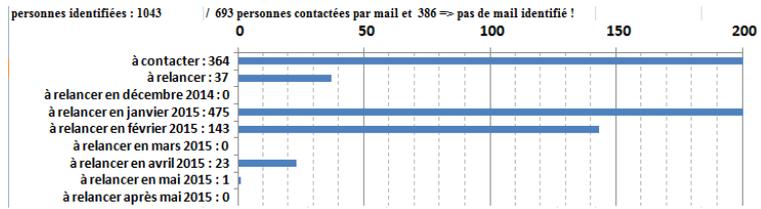
### **Silos de Tourtoulou**

Un lien vers la dropbox devrait être créé par les [silos de Tourtoulou](#), notre fournisseur de balle de riz.

### **Mailing**

La communication auprès des professionnels (entreprises, architectes, institutions, EIE, CAUE, ...), des membres des réseaux de l'éco construction, des autoconstructeurs, des militants ... est aussi faite par mail groupé en Cci.

Au 13 novembre 2014, 693 personnes physiques ou morales, ciblées, habitant ou travaillant dans le sud-est, reçoivent un mail synthétique donnant les liens hypertextes vers la dropbox et présentant les points techniques marquants depuis le dernier envoi.



### Bilan synthétique envoi mails (fin novembre 2013)

balle de riz de Camargue / isolation / résultats CSTB

Pierre Delot 23/10/2014

Bonjour,

Ce mail est un mail groupé avec les destinataires en Cci, pour éviter les inondations futures des messageries.

Je vous l'envoie pour vous informer que nous avons reçu une partie des résultats d'essais sur la conductivité thermique de la balle de riz (faits au CSTB). Quatre essais avaient été commandés (balle de riz long et balle de riz rond, non tassé et tassé). Deux ont été réalisés (balle de riz long non tassé, balle de riz rond tassé).

Ces mesures m'ont permis d'affiner les valeurs à considérer pour les calculs des besoins de chauffage :

Vrac non tassé (environ 120 kg/m<sup>3</sup>, combles perdus) : 0.048 + 10% de marge  
 Vrac tassé (environ 150 kg/m<sup>3</sup>, remplissage caissons) : 0.053 + 10% de marge

La méthode utilisée pour aboutir à ces valeurs est décrite dans un document disponible [ici](#). Une marge de 10% a été rajoutée pour prendre en compte les incertitudes d'essais, le nombre d'échantillons testés, ...

Toutes les autres infos techniques concernant la balle de riz sont rassemblées [ici](#). Tous les sujets ne sont pas forcément traités en détails (pour faire tout ça, il ne faut pas que du temps).

Les liens ci-dessous pointent vers des sous-répertoires dédiés à des sujets précis :

Capacité thermique : [Lien vers le dossier](#)  
 Réaction au feu : [Lien vers le dossier](#)  
 Odeur / émissions COV : [Lien vers le dossier](#)

### Extrait du dernier envoi mail

## Les salons, foires et autres

Les matériaux sur lesquels Le Village travaille ont été présentés (entre autre) :

- Au forum des métiers de la croissance verte à Carpentras (novembre 2013)
- Au club innovation « Confort Acoustique par les matériaux biosourcés », organisé par BDM à Aix en Provence, le 13 mai 2014.
- À la fête « Vaucluse durable » à Carpentras (juin 2014)



- Aux assises nationales sur la construction en terre, organisé par Asterre, à Strasbourg (octobre 2014)
- Au forum « la transition énergétique au quotidien », organisé par les amis des PNR à Maussane dans les Alpilles (novembre 2014)



## La presse

La Maison Ecologique a fait un dossier spécial sur les isolant en vrac dans son numéro de février-mars 2014 (n°79). Le chantier qui illustre le dossier est un chantier réalisé en 2013 par Le Village, avec de la balle de riz. La Maison Écologique est en France le bimestriel de référence en terme de construction écologique (15 000 abonnés).

N° 79 - Février-Mars 2014

Gaz à effet de serre, la famille s'agrandit

La famille perfluoroalkylamine et les scientifiques de l'Université de Toronto viennent de nous annoncer une naissance... Un tout nouveau gaz à effet de serre découvert dans notre atmosphère : le perfluoro...



**Dossier : Isoler avec les produits de la nature**

Utiliser des matériaux tels que la nature les a façonnés, sans transformation industrielle, pour isoler son logis... c'est possible et souhaitable. De plus, cette pratique respectueuse de l'environnement a l'avantage de dynamiser l'agriculture et l'économie ...

Mots clés associés : [Isolation](#) [Paille](#) [Liège](#) [Lin](#)  
[Terre](#) [Roseau](#)



Magazine papier **5.90€**

Le fichier sera disponible sur la page Mes documents de votre profil.

[Commander !](#)

[Extrait du site internet de « La maison écologique »](#)

Un autre article devrait être bientôt consacré au Village et à son travail sur les matériaux écologiques, sous la forme d'une « carte verte ».

L'Agence Mars nous a aussi contacté en septembre 2014, pour publier un article commandé par la région PACA.

## Caractérisation de la balle de riz brute en vrac

La balle de riz est un matériau qui a déjà été étudié à l'étranger. Une partie de ces études ont été publiées et sont en accès libre sur internet. D'autres sont payantes et n'ont pu être achetées. Le premier travail réalisé a été un travail de collecte d'information technique sur internet, au travers des publications rédigées en anglais, espagnol et italien. Ces informations ont ensuite été synthétisées et complétées à partir de quelques essais dans les laboratoires accrédités français (CSTB, LNE, FCBA). Ce travail de synthèse et de caractérisation technique a constitué la plus grosse partie du travail mené en 2014.

Un document « chapeau » a été rédigé (disponible sur la Dropbox). Ce document donne les liens vers d'autres documents qui traitent chacun d'un thème particulier.

Pour ce qui est de la caractérisation, tous les points suivants ont été traités, plus ou moins en détail :

- Capacité thermique : [Lien vers le dossier.](#)
- Réaction au feu : [Lien vers le dossier.](#)
- Odeur / émissions COV : [Lien vers le dossier.](#)
- Fongique : [Lien vers le dossier.](#)
- Masse volumique : [Lien vers le dossier.](#)
- Eau et vapeur d'eau : [Lien vers le dossier.](#)
- Conductivité thermique : [Lien vers le dossier.](#)
- Confort d'été : [Lien vers le dossier.](#)
- Dureté, abrasion, corrosion : [Lien vers le dossier.](#)
- Composition physico chimique : [Lien vers le dossier.](#)
- Tassement : [Lien vers le dossier.](#)
- Termites : [Lien vers le dossier.](#)
- Appétence : [Lien vers le dossier](#)
- Surface exposée, pertes de charges, angle de repos : [Lien vers le dossier.](#)
- Acoustique : [Lien vers le dossier.](#)
- Rongeurs, insectes et araignées : [Lien vers le dossier.](#)

Les essais de caractérisation de la balle de riz faits en France en 2014 sont la capacité thermique (LNE), la conductivité thermique (CSTB) et le tassement (FCBA). La conductivité de la balle de riz est comparable à celle de la botte de paille de céréales posée sur chant.

#### 2.2. Caractéristiques thermiques

Référence des éprouvettes	Conductivité thermique mesurée			Coefficient de variation de la conductivité thermique en fonction de la température $\alpha$ [mW/(m.K)]/K	Rapport $\frac{\lambda_{hum,23}}{\lambda_{sec,23}}$
	sèche à 10°C $\lambda_{sec,10}$ mW/(m.K)	 sèche à 23°C $\lambda_{sec,23}$ mW/(m.K)	humide à 23°C $\lambda_{hum,23}$ mW/(m.K)		
E13 048 - 1	45,9	48,5	50,6	0,20	1,04

Extrait d'un rapport du CSTB / conductivité thermique

Une partie des essais (CSTB et FCBA) ont été pris en charge par l'entreprise Bonnefont, au travers de financements de l'ARII (Agence Régionale de l'Innovation et de l'Internationalisation des Entreprises). Les essais à réaliser en priorité ont été définis en commun entre Le Village, le représentant de l'ARII et l'entreprise Bonnefont. L'essai qui n'a pas pu être réalisé pour tenir dans le budget était la réaction au feu.

## Contrôle qualité

La balle de riz est un matériau assez standardisé, de part le mode de décorticage industriel. Il reste néanmoins des grains et de la poussière, qui peuvent attirer les rongeurs, charançons et induire des problèmes dans la mise en œuvre (santé des opérateurs, ...).

Tous ces points ont été identifiés et doivent être détaillés en 2015 (contrôle de la quantité de grain /m<sup>3</sup>, contrôle de la quantité de poussière /m<sup>3</sup>, besoin de traiter, besoin d'enlever les grains ?). Une partie des réponses provient des retours d'expériences de chantiers.

Ces points sont traités dans les dossiers dropbox suivants :

- Appétence : [Lien vers le dossier](#)
- Traitements phyto : [Lien vers le dossier.](#)

- Gestion de la poussière : [Lien vers le dossier.](#)
- Rongeurs, insectes et araignées : [Lien vers le dossier.](#)

Ils devront être approfondis et discutés avec les entreprises de décorticage en 2015.

---

## **Les chantiers « balle de riz »**

---

### **Les demandes de renseignements, les devis, les ventes**

En 2014, environ 40 porteurs de projets (professionnels et particuliers) se sont manifestés et nous ont demandé au minimum des renseignements et les tarifs, souvent des devis pour la fourniture de balle de riz.

Une partie des projets sont pour 2015. Certains projets ne sont pas (encore) connus de nous et de l'achat de balle de riz se fait en direct auprès des silos. Un retour d'expérience sur ces projets sera nécessaire pour qu'une mauvaise utilisation de la balle de riz ne soit pas pratiquée ou répétée.

En 2014 (au 13 novembre), 18 tonnes de balle de riz ont été livrées et conditionnées au Village. 36 tonnes supplémentaires ont été vendues et seront livrées en direct sur un chantier à partir de fin novembre. Au total, environ 54 tonnes auront été commercialisés et/ou mises en œuvre par Le Village cette année, ce qui représente environ 450 m3 de balle de riz.

### **Fiches de retour d'expériences de chantiers (FREC)**

Sur les chantiers, on est toujours exposé à un cas particulier, et on doit trouver des solutions. On ne peut pas tout prévoir depuis un bureau. La remontée d'information des chantiers est indispensable en parallèle du développement d'une filière. Elle permet rapidement de cibler ce qui marche et ce qui doit être évité, pour, à terme de faire des fiches de préconisation de mise en œuvre et de convaincre les décideurs pour l'officialisation de ces techniques (règles pros, ...).

Cette démarche a été initiée sur la balle de riz en 2014. Les fiches de retour d'expériences sont en accès libre sur la dropbox ([Lien vers le dossier](#)) et peuvent être consultées par les nouveaux porteurs de projets. C'est aussi un argument pour les convaincre. Ils sont rassurés par la rigueur de la démarche et par le fait qu'ils ne sont pas des cobayes. Sans ces fiches, on aurait du mal à convaincre.

Tous les chantiers, surtout les plus loins (Hautes Alpes) n'ont pas pu faire l'objet d'une FREC, par manque de temps/budgets à y consacrer.



# Balle de riz

Utilisée comme isolant pour le secteur du bâtiment

## Fiches de Retour d'Expérience des chantiers

Adresse		
Nom du Projet	Bâtiment gardien plateforme tri déchet vert CCPLD	
Fiche complétée par	Pierre DELOT	Le 13 mai 2014
Relu par	personne	

[Extrait d'une fiche de retour d'expérience](#)

Le retour d'expérience est indispensable pour les matériaux, leur mise en œuvre, leur conditionnement, le transport, à chaud comme à froid, ...

## L'AQC

Des premiers contacts ont été pris à l'AQC (Agence Qualité construction, Martin Guer, collègue de promotion MSCHD/ENSAM Aix en Provence de Pierre Delot) pour savoir à partir de combien de chantiers ils peuvent lancer une campagne de retour d'expérience.

L'AQC est une association loi 1901, financée par une participation volontaire de ses membres collectée par les assureurs. Elle regroupe toutes les organisations professionnelles de la construction autour d'une même mission : prévenir les désordres dans le bâtiment et améliorer la qualité de la construction. Pour en savoir plus :

<http://www.qualiteconstruction.com/observation/rex-batimentsperformants-risques.html>

## Utilisation mixte paille-balle

Une utilisation mixte a été réalisée en 2014, sur le toit d'une maison paille. L'isolant initialement prévu pour la toiture était la balle de riz. L'espacement entre les poutres n'était pas contraint à priori. Étant donné la quantité de bottes de paille disponibles sur le chantier à la fin du chantier, le propriétaire a changé d'avis et a voulu isoler la toiture en paille. Impossible à priori étant donné l'espacement des poutres. La solution trouvée a été d'isoler avec les tampons/taillons et de déverser de la balle de riz dessus, puis de marcher dessus pour combler les vides. Ça fonctionne. Ce type de complémentarité est à développer.



Utilisation mixte paille-balle de riz

Chantier paille à Viens, Vaucluse

## Préfabrication en atelier

L'entreprise [Bonnefont](#) (Hautes Alpes) préfabrique des maisons ossature bois et utilise désormais la balle de riz pour isoler ces caissons. Nous partageons avec eux nos expériences et nos résultats de laboratoire pour avancer plus vite et aller plus loin. La mise en contact avec cette entreprise s'est fait au travers du mailing.

L'entreprise à construit une maison en 2014 et construit en ce moment ses bureaux, qui vont eux aussi être isolés en balle de riz.



Première maison isolée en balle de riz, préfabriquée en atelier

Entreprise Bonnefont, Hautes Alpes, [www.entreprise-bonnefont.com](http://www.entreprise-bonnefont.com)

Photo sur le chantier avec les partenaires (BDM, ARII, Le Village, CMA Paca)

## Essais de soufflées

La mise en œuvre d'isolants par soufflage est quelque chose de très répandu pour les isolants légers (laines de verre/roche, ouate de cellulose). Ce type de soufflées n'est pas

bien adapté à des matériaux plus lourds. Les débits sont trop faibles pour imaginer faire réaliser des travaux par des entreprises, à un tarif compétitif.

Une dizaine de souffleuses ont été testées en 2014 ([Lien vers le dossier](#)). Le débit maximal obtenu avec les souffleuses en location est de 3.5 m<sup>3</sup>/h, mais le débit accessible par des souffleuses utilisées dans d'autres secteurs (bois, agriculture) est certainement bien plus élevé. Ces machines restent à tester.



Essais de soufflage avec Mabi Blowbox (2014)

Réalisés avec la souffleuse du magasin « Maison Matériaux Ecologiques » (Saint Alexandre, Gard, [www.mmeco.fr/](http://www.mmeco.fr/)).

## Essais de conditionnement

Pour savoir quel type de conditionnement est à privilégier pour la balle de riz, le premier travail réalisé a été un travail de recherche biblio sur internet, pour voir tous les types de conditionnements utilisés dans le monde ([Lien vers le dossier](#)).

Le conditionnement d'un matériau peu cher est un point à ne surtout pas négliger (le sac peut être plus cher que le matériau). Il faut donc trouver une solution économique, robuste, écologique si possible, pratique, palettisable. Seules les pistes minimisant l'investissement ont été testées, les autres ont juste été listées (ie compactage).

Des essais de conditionnement ont été faits avec stockage à l'extérieur (sacs PE d'aspiration de copeaux de menuisiers, sacs PP, sacs PP avec housse). Le vent et le soleil sont des agresseurs qui font vieillir prématurément les sacs.



#### Conditionnement en sacs d'aspiration pour copeaux

Le Village / 2014. Ces sacs résistent 3 mois dehors et peuvent être réutilisés dans la limite des 3 mois par des menuiseries.

Les prochains essais à réaliser utilisent un principe de stockage en carton d'emballage recyclé (recyclerie ?), donc facilement palettisables et transportable, et protégés avec une housse rétractable. Le coût des cartons d'occasion reste à estimer.



#### Conditionnement en cartons sur palette + housse de protection

Essai Village décembre 2014, à partir de cartons neufs

Les emballages les moins chers sont les sacs PP non laminé PE ou sans sache interne PE étanche ( $\approx 1 \text{ € TTC}$  le sac pour 20 kg de balle de riz), soit  $6 \text{ € TTC / m}^3$  (non tassé) ou  $8 \text{ € TTC / m}^3$  (tassé). La palettisation de ces sacs est difficile, et une housse rétractable PE étanche doit être utilisée pour étancher la palette. Le transport n'est pas optimal à cause de la palettisation.

Les emballages de type big bag PP non laminé PE ou sans sache interne PE étanche reviennent à peu près au même prix, mais ils ne sont pas étanche. Le transport peut se

faire sur palette (avec housse rétractable), mais là encore, le transport n'est pas optimal (voir photo).



Livraison d'un semi remorque de big bag de 200 kg de balle de riz

Tous les résultats sont disponibles dans la [dropbox](#). Voir aussi [ce paragraphe](#).

---

## Mode de livraison

---

Le mode de livraison est aussi un point à régler. Contrairement aux isolants légers, les isolants comme la balle de riz (ou d'épeautre, la chènevotte, la botte de paille) ne sont pas ou sont peu compressibles. C'est un des points faibles, puisque si 30 m<sup>3</sup> sont nécessaires sur un chantier, il faut transporter 30 m<sup>3</sup>, et non pas la moitié ou moins. Ça complique les choses (besoin d'un camion permis C, accessibilité du chantier) et ça augmente le coût du transport, et donc du matériau. Il faudra peut-être choisir entre distance et conditionnement pour que la balle de riz reste un matériau abordable une fois livrée.

Pour rester compétitif, le mode de livraison doit être optimisé. Pour le moment, on en est uniquement aux premiers essais de livraison par camion polybenne équipés de bennes bâchées de 30 à 40 m<sup>3</sup>, avec location et rotation des bennes pendant le chantier. La récupération des bennes en fin de chantier nécessite de nouer des contacts avec les transporteurs locaux, au plus près du chantier, et de leur apporter du travail pour roder le dispositif. Ce mode de transport relocalise le transport.

Une journée de transport en camion polybenne coûte environ 700 € HT. La location des bennes est facturée ≈ 15 € HT par jour.

[Lien vers le dossier.](#)

---

## Traitements/opération sur la balle de riz brute

---

La balle de riz vendue par les rizeries est destinée à la litière animale. Cet usage ne demande aucune des opérations suivantes :

- lutter contre les rongeurs & charançons (présence de grains)
- lutter contre le développement fongique
- ignifuger le matériau
- nettoyer le matériau (tamisage)

Ces traitements sont généralement faits sur les matériaux écologiques (sel de bore, sulfate de cuivre, terre de diatomée, ...). La balle de petit épeautre vendue par Archibale est tamisée et traitée avec 3% de sel de bore.

Aucune de ces opérations n'est aujourd'hui réalisée sur la balle de riz, ce qui permet de minimiser le prix de vente du matériau. Nous ne savons pas aujourd'hui si ces traitements sont nécessaires.

La présence de grain est quantifiée à chaque livraison au Village. Les retours d'expériences des chantiers permettront de nous dire si cette présence est préjudiciable ou non, et si oui, à partir de quelle proportion de grains.

La quantité de poussière est contrôlée à chaque livraison au Village. Les retours d'expériences des chantiers permettront de nous dire le ressenti des clients par rapport à la poussière et la proportion de poussière « acceptable ».

Des essais au feu (allumabilité, réaction au feu et classement) permettraient de statuer sur la nécessité d'un traitement ignifugeant. De tels essais ont été faits sur la balle de petit épeautre traitée au sel de bore, en vrac au LNE en 2013 (essais Cofrac) : classement = C-s2-d0.

---

## Réseau avec le monde de l'éco construction

---

Seul, on va plus vite, mais pas très loin. Les liens tissés en 2014 avec les professionnels de l'éco construction permettent de relayer le travail réalisé auprès des porteurs de projets, permettent l'échange des savoirs faire et des expériences.

Quelques exemples des partenaires avec qui Le Village a travaillé en 2014 sur la balle de riz :

- ▷ Le PNR du Luberon, impliqué depuis des années sur les éco matériaux, dont la BTC. Pierre Delot a fait son stage en 2011 au PNR du Luberon, dans le cadre de sa formation MSCHD à Aix en Provence.
- ▷ Le groupe de travail FibraTerra/BDM/Envirobat, rejoint fin 2013.
- ▷ Les Espaces Info Energie de PACA et Languedoc Roussillon.
- ▷ Daniel Dalby, qui avait assisté en 2012 aux assises régionales de la construction en paille à Aix-en-Provence. Daniel a été contacté par mailing, pour l'informer de l'avancée des travaux sur la balle de riz. Daniel travaille aujourd'hui avec Le Village et la fondation Abbé Pierre sur un projet de reprise du concept de "la maison des jours meilleurs" de Jean Prouvé, dans le contexte RT2012, avec l'utilisation de matériaux biosourcés.

- ▷ L'entreprise Bonnefont distribue aujourd'hui les flyers "balle de riz" aux particuliers qui veulent réaliser eux-mêmes leurs travaux et qui cherchent à se procurer de la balle de riz. La rencontre avec cette entreprise s'est faite en février 2014 au travers de Daniel Dalby, qui suivait leur dossier de demande des subventions à l'innovation. Des essais en laboratoire complémentaires à ceux commandés par Le Village ont été financés par cette entreprise, au travers de Daniel Dalby.
- ▷ L'entreprise ExeBois (Trets), qui préfabrique en atelier des maisons bois, Pierre Pralus et Bruno Bazire (TriHab architecture), rencontrés dans le cadre du projet de bases de vie pour le chantier ITER
- ▷ Le Gabion, qui présente la balle de riz à ses stagiaires en même temps que les autres isolants en vrac plus connus (chènevotte)
- ▷ Le RFCP (réseau français de la construction en paille) est tenu informé de l'avancée des travaux sur la balle de riz (au travers de Coralie Garcia et Cédric Hamelin, 2 des 4 co-présidents du RFCP). Cédric s'est essayé en 2014 à l'isolation en balle de riz, sur sa maison, dans le Gard. Pierre Delot est adhérent aux Compaillons.
- ▷ La filière balle de petit épeautre (au travers d'Etienne Mabile et Loïc Roso) et la construction en chanvre, au travers de Patrick Suzanne, qui a travaillé sur le sujet pendant 10 ans. Patrick a des contacts auprès de Construction & Bioressources. C&B n'avait pas encore identifié la filière "balle" (riz, petit épeautre, grand épeautre, avoine). Des premières discussions se sont déroulées pour réfléchir à l'émergence d'une association de type de "construire en chanvre", dédiée à la valorisation des balles.
- ▷ Samuel Courgey, co-auteur de "l'isolation thermique écologique"
- ▷ L'AQC (agence qualité construction) qui pourrait déclencher une campagne de retour d'expérience lorsqu'une trentaine de bâtiments auront été isolés en balle de riz.
- ▷ Le CG et la CAPEB Languedoc Roussillon, qui sont venus au Village pour découvrir la balle de riz et le travail réalisé.
- ▷ ...

---

## Potentiel de développement

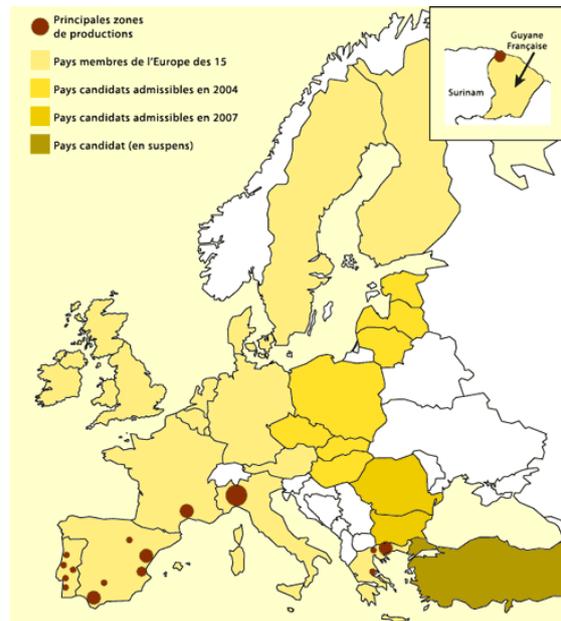
---

### Quantité disponible

La quantité de balle de riz de Camargue produite annuellement en Camargue est assez simple à évaluer, puisque la balle de riz représente environ 20 % du poids du riz paddy récolté.

La quantité de riz semée et récoltée évolue d'une année sur l'autre, mais tourne généralement autour de 100 000 tonnes. Il y a donc en moyenne environ 20 000 tonnes de balle de riz produite chaque année. Le riz paddy (riz récolté) est stocké et décortiqué tout au long de l'année. La balle n'est pas un produit saisonnier !

La quantité produite n'est pas extensible en France métropolitaine en dehors de la Camargue.



Extrait du document chapeau

Sur ces 20 000 tonnes, on peut considérer que 5000 tonnes pourraient être disponibles pour l'isolation. En effet, environ la moitié de la production sert de combustible pour étuver du riz, le reste se partageant entre les autres usages, essentiellement la litière animale. Ce dernier marché s'est rapidement développé dernièrement sous l'effet conjugué de la hausse du prix des copeaux et de la TVA pour les centres équestres. La balle de riz n'est pas la meilleure des litières mais son faible prix a été décisif dans le développement de cet usage.

La concurrence des usages et des prix que chaque usage est prêt à payer pour ce matériau décidera de la répartition des usages. 5000 tonnes correspond à la quantité nécessaire pour isoler environ 400 à 450 maisons neuves de 100 m<sup>2</sup> chaque année.

### Tarifs publics

La balle de riz en vrac, telle que vendue par les rizeries, au départ de Camargue, par camion entiers, est vendue entre 35 et 50 € HT / tonne (tarif 2014), soit, pour un usage en isolation de combles perdus (non tassé), entre 4.2 et 6 € HT / m<sup>3</sup>. Le conditionnement et le transport fait augmenter les prix du matériau rendu sur les chantiers.

L'ordre de grandeur du prix de la petite botte de paille de céréales est de 100 € HT/tonne (les prix varient au cours de l'année, et d'une année sur l'autre).

La balle de riz est un produit comparable à la chènevotte (cœur de la tige de chanvre). En 2013, en France, environ 35 à 40 000 tonnes de chènevotte ont été produits et commercialisés. La chènevotte est essentiellement utilisée en litière et pour faire des enduits/bétons allégés isolants. La balle de riz pourrait être utilisée pour cet usage et pour de l'isolation en vrac.

Le prix d'une palette de chènevotte de 4200 litres/420 kg, sous la forme de sacs de chènevotte compressée, au départ d'un [magasin de matériaux écologiques](#), est d'environ 290 € TTC (prix public), soit environ 69 € TTC/m<sup>3</sup> (environ 14 € TTC le sac de 200 litres, 690 € TTC la tonne). La chènevotte reste donc un matériau écologique cher, dont le développement est limité par son prix. Pour être attractive, la balle de riz ne peut pas être vendue au prix de la chènevotte, mais

à un prix au moins 30% inférieur, soit environ 50 € TTC/m<sup>3</sup> - 500 € TTC/tonne conditionné en sacs.

La balle de riz valorisée en litière pourrait faire l'objet d'un usage plus noble (l'isolation). En étant mieux valorisée, elle peut être vendue à un tarif acceptable par le secteur du bâtiment écologique. Les usages pourraient se détourner de la litière animale pour se diriger vers le secteur du bâtiment. Les marges dégagées pourraient générer des emplois et un surcroît d'activité locale (conditionnement, transport).

Les tarifs de vente grand public 2014 au Village sont les suivants (transport non compris):

- En vrac : 100 € TTC/tonne
  - ✓ Transport au départ de Camargue (assuré par une société de transport).
  - ✓ Grande quantité uniquement (benne 30 m<sup>3</sup> ou plus)
  - ✓ Soit 12 € TTC/m<sup>3</sup> non tassé, 15 € TTC/m<sup>3</sup> tassé
- En big bag de 150 kg : 334 € TTC/tonne, big bag compris
  - ✓ soit 40 € TTC/m<sup>3</sup> non tassé
  - ✓ soit 50 € TTC/m<sup>3</sup> tassé
- En sac de 40 kg : 16 € TTC/sac, soit 400 € TTC/tonne
  - ✓ soit 48 € TTC/m<sup>3</sup> non tassé
  - ✓ soit 60 € TTC/m<sup>3</sup> tassé
- En sac de 20 kg : 9 € TTC/sac, soit 450 € TTC/tonne
  - ✓ soit 54 € TTC/m<sup>3</sup> non tassé
  - ✓ soit 67.5 € TTC/m<sup>3</sup> tassé
- Les artisans bénéficient d'une remise de 20% quelque soit la quantité, les particuliers bénéficient d'une remise progressive.

### Coût d'un chantier d'isolation de combles perdus

Ne sont à retenir que les ordres de grandeur.

Prenons comme hypothèse de travail une maison de 100 m<sup>2</sup>, dont on veut isoler les combles perdus avec une résistance thermique R = 8. Cette maison est située à moins d'une heure de camion d'une rizerie.

#### **Prestation « laine de verre »**

La prestation « laine de verre soufflée lambda 0.045 » sera vendue environ 1000 € HT, soit 1200 € TTC. Ce prix inclus le matériau et le soufflage du matériau. A ce tarif s'applique une prime au titre des CEE qui ne sera pas considérée ici, étant donné que son montant peut évoluer beaucoup d'une année sur l'autre. Les tarifs ont été calculés à partir d'un devis (2014).

#### **Prestation « ouate de cellulose »**

La prestation « ouate de cellulose lambda 0.042 » sera vendue environ 1400 € HT, soit 1700 € TTC. Ce prix inclus le matériau et le soufflage du matériau. A ce tarif s'applique une prime

identique au titre des CEE. Les tarifs ont été calculés à partir d'un devis émis par la même entreprise (2013).

Le coût de la ouate pour un artisan est d'environ 850 € HT (1.2 tonnes) au départ du magasin.

### **Prestation « balle de riz »**

Pour faire la même isolation avec les mêmes performances thermiques, il faut environ 40 m<sup>3</sup> de balle de riz, soit 4.8 tonnes. Nous admettons que l'entreprise est équipée d'une souffleuse autonome permettant un débit de 10 m<sup>3</sup> / heure.

#### Vrac livré sur chantier

Dans le cas d'une livraison en vrac, le coût du matériau (prix Village) est d'environ 480 € TTC. La livraison peut être faite avec une benne de 40 m<sup>3</sup> (utilisée dans le secteur des déchets ou 2 bennes de 20 à 30 m<sup>3</sup>) pour environ 500 € TTC. La balle de riz est déchargée immédiatement au pied du bâtiment et soufflée par une entreprise du bâtiment.

Le soufflage nécessite 4 heures de travail, pour 2 opérateurs. L'un qui alimente la machine et l'autre qui s'occupe des combles et qui aide l'opérateur qui charge (10 m<sup>3</sup>/h = 2 poubelles noires de 80/90 litres par minute, c'est un rythme soutenu à tenir pendant une demi-journée).

Le coût de la mise en œuvre du matériau correspond à 2 journées de travail, vendue environ 800 € TTC. Au total, la prestation « balle de riz » coûte 480 + 500 + 800 = 1780 € TTC, hors CEE.

La prestation « balle de riz » est 1.5 fois plus cher que la prestation « laine de verre », mais son tarif est comparable à celui d'une prestation « ouate de cellulose ».

Si les bennes doivent être laissées sur le chantier, le transporteur facturera une location et la récupération des bennes. Pour cette dernière raison, l'entreprise de transport doit être une entreprise située au plus près du chantier.

#### Big bag livrés sur chantier

Une prestation avec livraison de la balle de riz en big bag (prix Village) coûterait 1600 + 500 + 800 € TTC de plus, soit environ 2900 € TTC, hors CEE.

#### Sacs de 20 kg livrés sur chantier

Une prestation avec livraison de la balle de riz en big bag (prix Village) coûterait 2160 + 500 + 800 € TTC de plus, soit environ 3460 € TTC, hors CEE.

### **Vers quel modèle se diriger ?**

Pour être financièrement « acceptable » par un client, la prestation d'isolation de combles perdus en « balle de riz », mise en œuvre par une entreprise du bâtiment, doit pouvoir bénéficier des CEE et doit conjuguer une prestation transport/soufflage très efficace.

La prestation doit pouvoir se faire en ½ journée par 2 opérateurs, au lieu d'une journée. Pour ça, le débit « cible » nécessaire est d'environ 20 m<sup>3</sup>/heure, soit 300 à 360 litres/minute. Ce débit est peut-être accessible avec un camion souffleur à plaquette, auquel cas la prestation de soufflage serait réalisée par l'entreprise qui assure le transport de la balle de riz sur le chantier. Cette entreprise irait chercher directement la balle de riz dans les rizeries (ou se la ferait livrer en semi-remorque dans son entrepôt pour des chantiers plus éloignés de la Camargue).

### **En conclusion**

Pour des prestations d'isolation de combles perdus, l'exemple précédent semble montrer que :

- Dès qu'on va s'éloigner de la Camargue, il sera difficile d'être concurrentiel avec la balle de riz.
- La balle de riz doit être livrée en vrac, et pas conditionnée. Même en facturant la balle de riz « prix coûtant », la prestation restera plus chère qu'une prestation laine de verre soufflée.
- La livraison et le soufflage devrait pouvoir être opérés avec le même camion pour gagner du temps. Dans ce cas, on tiendra compte du volume des bennes souffleuses pour déterminer l'épaisseur de l'isolant à proposer au client.

### Coût de l'isolant vrac pour une maison neuve

Ne sont à retenir que les ordres de grandeur.

Prenons comme hypothèse de travail la construction d'une maison RT 2012 de 100 m<sup>2</sup>, située à moins d'une heure de camion d'une rizerie.

Pour isoler toutes les parois (plancher, murs, toiture) d'une telle maison, le volume à isoler est d'environ 80 m<sup>3</sup> (20 m<sup>3</sup> dans les murs, 25 m<sup>3</sup> dans le sol et 35 m<sup>3</sup> dans la toiture). La balle de riz étant mise en œuvre compactée (150 kg/m<sup>3</sup>), ceci nécessite environ 12 tonnes de balle de riz, soit un coût matériau (hors livraison et mise en œuvre) de :

- En vrac : ≈ 1200 € TTC (tarif Village)
- En bigbag : ≈ 4000 € TTC (tarif Village)
- En sacs de 40 kg: ≈ 4800 € TTC (tarif Village)
- En sacs de 20 kg : ≈ 5400 € TTC (tarif Village)

A ce coût se rajoute celui de la livraison et de la mise en œuvre. La livraison en vrac sera toujours moins chère. Elle devra être phasée avec le chantier et peut se faire en plusieurs fois.

Un calcul rapide pour l'achat de 80 m<sup>3</sup> de laine de verre en rouleau nous donne entre 2400 et 3000 € TTC.

Pour de la livraison de balle de riz sur chantier, l'exemple précédent semble montrer que :

- Le surcoût de la livraison de la balle de riz en vrac par rapport à la livraison de rouleaux de laine de verre est compensé par son faible prix, même pour des chantiers éloignés (1 journée de camion AR).
- Il faudra choisir entre distance et conditionnement pour les chantiers les plus éloignés.
- Le conditionnement en big bag est à optimiser pour les longs trajets (bigbag 300 kg)
- La location de bennes pendant la période du chantier et leur récupération est rentable par rapport à la livraison de balle conditionnée

### Conditionnement non compacté

#### **In-situ, mais pas que pour le bâtiment**

La faisabilité d'un conditionnement de balle de riz ne doit pas s'imaginer qu'à destination du secteur du bâtiment, mais aussi à destination de la litière animale pour petits animaux, pour une distribution en animalerie, coopérative agricole, localement autour du lieu de conditionnement. Le passage par un revendeur implique une baisse de la marge.

Le conditionnement en sacs PP manu portables de 20 kg ou en carton est adapté à ce besoin.

## **In situ, en complément d'une autre activité**

La réflexion sur le conditionnement de la balle de riz est arrivée au Village au travers de la problématique de la saisonnalité de la production des adobes (même problématique avec le maraîchage, besoin de beaucoup de personnel l'été, peu l'hiver). La mise en place d'une équipe et d'un atelier « adobes » va de paire avec la mise en place d'une activité productive sur la période hivernale.

### Problématique du stockage

Une activité de conditionnement de balle de riz à plein temps pendant la période hivernale impose d'avoir un stock tampon conditionné, un équipement adapté (hangar si stockage extérieur impossible) et de trouver des débouchés pendant cette période (pour limiter les stocks et avoir des rentrées d'argent).

La production d'adobes n'est possible que 6 mois dans l'année. Imaginer du conditionnement de balle de riz pendant 6 mois, sur la base de 25 m<sup>3</sup> par jour (2 camions de 60 m<sup>3</sup> par semaine), soit environ 2700 m<sup>3</sup> / 324 tonnes conditionnés en 6 mois (78 sacs de 20 kg par jour). Ce volume correspond à l'isolation de 27 maisons de 100 m<sup>2</sup>.

Si 1/3 de la balle conditionnée est commercialisée pendant cette période de 6 mois, 1800 m<sup>3</sup> devront être entreposés, ce qui nécessite :

- ⇒ 900 m<sup>2</sup> de surface au sol pour un stockage à plat sur palette (hauteur de palette = 2 m)
- ⇒ 450 m<sup>2</sup> de surface au sol pour un stockage sur palette, avec rack à palette (stockage sur 2 niveaux)

### Revenus dégagés par un conditionnement de 2700 m<sup>3</sup> en sac PP de 20 kg

La balle brute en vrac livrée à Cavaillon par camion de 60 m<sup>3</sup> coûte 2 € TTC les 20 kg. Un sac PP permettant de conditionner ces 20 kg coûte 1 € TTC. On peut estimer à 1 € TTC les coûts annexes (liens sacs, ..).

Le revenu dégagé par chaque sac PP de 20 kg est d'environ :

- ⇒ 5 € TTC pour de la vente en direct au détail à des particuliers (9 € TTC le sac, réduction en fonction de la quantité, jusqu'à -20%)
- ⇒ 3.2 € TTC pour de la vente en direct au détail à des professionnels (7.2 € TTC le sac)
- ⇒ 1.5 € TTC pour de la vente à des revendeurs (5.5 € TTC le sac)

Le revenu généré par le conditionnement de 2700 m<sup>3</sup> de balle de riz en sacs PP de 20 kg (16200 sacs) est d'environ :

- ⇒ 81 000 € TTC pour de la vente en direct au détail à des particuliers
- ⇒ 51 840 € TTC pour de la vente en direct au détail à des professionnels
- ⇒ 24 300 € TTC pour de la vente à des revendeurs

Le transport peut nécessiter la palettisation des sacs, ce qui réduira les marges et demandera un surcroît de travail. La livraison des sacs par le Village permettrait de dégager un revenu supplémentaire sans être obligé de passer par la palettisation, de rendre un service précieux au client pour le déchargement des sacs (chauffeur + 2 personnes en insertion), de faciliter la gestion des livraisons, mais ceci implique d'être équipé d'un camion 19 ou 26 tonnes (permis C) et d'avoir un chauffeur (même modèle que pour de la livraison de bois bûche, La Bergerie de Berdine).

## **Ex-situ, directement chez le client**

Le moins cher pour un client est de se faire livrer en vrac, par camion benne, sans location. Dans ce cas, il peut :

- Laisser la balle de riz en tas sous une bâche
- Conditionner lui-même la balle de riz
- Faire conditionner la balle de riz. Une prestation de conditionnement sur chantier peut être proposée par une association d'insertion par l'emploi pas très loin du chantier, qui viendra avec une équipe et tout l'équipement nécessaire pour conditionner. Dans ce cas, la palettisation est inutile, la pesée des sacs est inutile, ce qui fait gagner du temps et fait baisser la facture.

Ce type de prestation peut aussi être réalisé :

- Directement chez les entreprises de construction bois (préfabrication en atelier)
- Directement chez les magasins de matériaux écologiques disposant d'un peu de place.
- Directement chez les coopératives agricoles (...) disposant d'un peu de place.

## Poursuite des travaux menés sur la balle de riz

En 2014, le travail réalisé par l'association Le Village sur la balle de riz de Camargue a permis de traiter de nombreux points techniques indispensables pour que la balle de riz puisse être utilisée comme un isolant en vrac « courant » (tout comme la chènevotte il y a 20, la balle de riz sert de litière animale).

Tout ce travail, financé à partir d'argent public, est en accès libre depuis le site internet de l'association. Quelques bâtiments neufs isolés en balle de riz sont sortis de terre autour de Cavaillon, dans les Hautes Alpes et en Languedoc Roussillon. Certains ont été construits/rénovés par des entreprises. Reste encore pas mal de points techniques à régler/affiner/poursuivre, dont le soufflage, la livraison, le conditionnement, la caractérisation en laboratoire et les retours d'expérience de chantier.

La question souvent posée par les artisans déjà sensibilisés est « est-ce qu'on peut faire des enduits allégés du type chaux-chènevotte avec la balle de riz ? ». Ce type d'enduits/bétons allégés en chanvre est surtout utilisé en rénovation (dalles, murs) et est encadré par des règles professionnelles (*Construire en Chanvre Règles Professionnelles d'Exécution d'Ouvrage en Bétons de Chanvre*).

Le coût de la chènevotte ralenti son développement, alors même que les règles professionnelles existent. Le Sud Est de la France dispose de balle de riz qui permettraient de faire baisser les coûts et accélérer le séchage de ces bétons.

La balle d'épeautre (départements 84, 04, 26, 05) pourrait être utilisée en remplacement de la chènevotte, pour des usages comparables.

Des travaux mériteraient donc d'être entrepris pour étendre les règles professionnelles au contexte du Sud Est de la France, en proposant des mélanges de granulats (Chanvre + balle de riz) ou en remplacement total de la chènevotte (balle de petit épeautre seule, balle de riz + balle d'épeautre). Les premiers contacts noués en 2014 avec les acteurs de la filière « petit épeautre de Provence » et Patrick Suzanne vont dans ce sens.



Zone de production du petit épeautre de haute-Provence

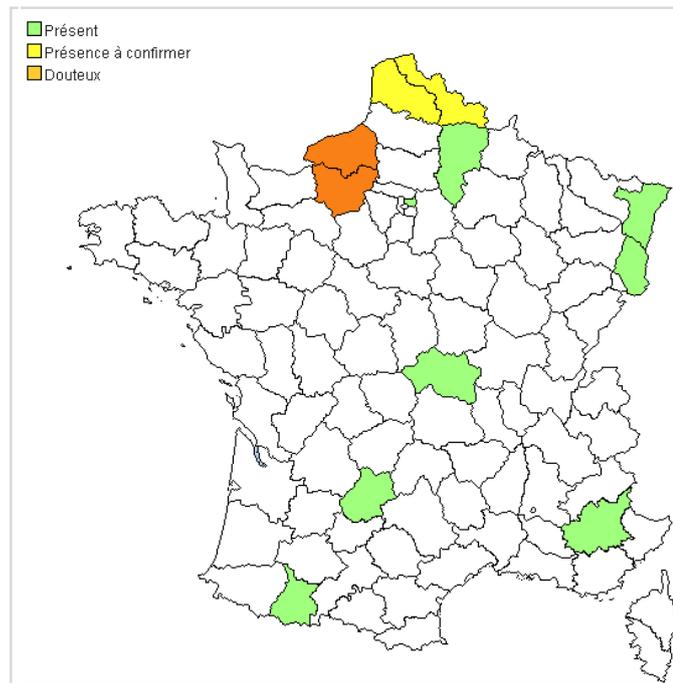
PACA, Rhône Alpes

Les discussions ont permis aussi d'identifier d'autres types de balles/coques (avoine, grand épeautre, sarrasin, millet, tournesol) qui pourraient être valorisées dans le bâtiment, dans d'autres régions. Cependant, aucune étude ni prise de contact n'a pu être faite par manque de temps en 2014.



Balle de petit épeautre, balle de sarrasin, balle de millet, coque de tournesol

■ ■ ■ *Triticum spelta* L.



Régions en France qui cultivent l'épeautre en 2013. [Lien](#)

## Filières ciblées et besoins associés

Les granulats végétaux isolants comme la chènevotte et les balles peuvent être mis en œuvre par voie sèche en vrac et par voie humide sous forme de bétons de chaux ou de terre argileuse.

Ces filières sont celles ciblées par le groupe de travail animé par le FCBA (voir [ce paragraphe](#)). Construction & Bioressources n'a pas encore identifié les balles comme matériaux biosourcés. Un travail est à mener dans leur direction.

Le travail initié sur la balle de riz doit être poursuivi et un rapprochement avec les décortiqueurs de petit épeautre, de grand épeautre, d'avoine doit être opéré. Ce rapprochement permettra de crédibiliser la construction en balles au niveau national en mettant en commun les savoirs, rassembler les compétences et les énergies, partager et confronter les expériences, faire évoluer et acquérir des savoir-faire.

### Filière isolation par voie sèche

#### Sur chantier

Les constructeurs de maisons en paille sont confrontés à plusieurs difficultés :

- ✓ La taille des bottes de paille impose le format et l'épaisseur des murs/ossatures bois
- ✓ Les bottes de paille sont mal adaptées pour isoler des planchers (passage de gaines, épaisseur, ...)
- ✓ La pente des toitures impose de découper les bottes de paille (difficile) ce qui est fastidieux et donne des résultats moyens.

Ces difficultés sont contournables en utilisant des isolants semi-rigides ou en vrac, possédant des caractéristiques voisines de celles des bottes. Parmi les isolants en vrac, on dispose dans la région de balle de riz et de balle d'épeautre. Paille et balle ne sont pas concurrentes, ils sont complémentaires.

### Préfabrication en atelier

Les entreprises de construction de maison bois préfabriqués en atelier peuvent utiliser la balle de riz comme isolant en remplissage des caissons. La première entreprise à avoir franchi le pas en 2014 est située dans les Hautes Alpes, c'est l'entreprise Bonnefont.

D'autres suivront et ont besoin d'être accompagnées pour franchir le pas. Elles doivent être démarchées.

### Conditionnement / livraison

#### En vrac

Les matériaux peuvent être livrés en vrac sur le chantier. Les sociétés de transport commercialisant la balle de riz ne sont pas équipées de ce type de camions, mais de semi-remorques. Tous les chantiers ne sont pas accessibles à des semi-remorques, mais peuvent être accessibles au travers de camions poly bennes.



Camion polybenne + remorque / déchargement sur chantier

Photos internet

Les bennes 30 à 40 m3 resteraient sur le chantier (location des bennes pendant la durée du chantier) pour que l'isolant reste au sec pendant la durée du chantier (Les bennes doivent être équipées de filets ou mieux, de bâches) et seraient récupérées à l'issue du chantier.

Ce modèle est celui retenu pour un chantier (Aubenas les Alpes, salle communale, 350 m3 de balle de riz) et nécessite de nouer des contacts avec les sociétés de transport/location de bennes au plus proche des chantiers, partout en région. Les clients proposeront aussi des solutions faisant intervenir les agriculteurs locaux (ceux équipés de tels camions).

### Au détail

Il est parfois plus simple ou indispensable de livrer les matériaux conditionnés en formats manu portables (sacs/cartons < 40 kg) ou non manu portables (sacs/cartons/big bag > 40 kg). Le coût de l'emballage, la manutention (palette ?), le stockage (étanche ?), le transport et le déchargement des isolants conditionnés sont des points à affiner. La problématique a été dégrossi avec la balle de riz. La livraison pourrait être faite sur le même modèle que le vrac.

Le type de conditionnement à choisir doit être affiné et sera applicable aux autres matériaux de densité comparable (balle d'épeautre, chènevotte).

Un type de conditionnement est à pousser plus loin. C'est le carton d'emballage. Ces cartons pourraient être collectés dans les recycleries et réutilisés pour conditionner les matériaux. Ça baisse les coûts, c'est bon pour l'environnement, les cartons sont toujours utile pour les clients, c'est facile pour les transporteurs (transport classique de cartons sur palettes), ça permet de décharger facilement si le client n'a pas d'engins pour décharger.

### **Soufflage (débit + combles perdus)**

Des essais de souffleuses ont déjà été réalisés, mais il faudrait aujourd'hui pouvoir tester des machines plus puissantes, du type de celles utilisées par les livreurs de plaquettes/pellets de bois pour le chauffage. Ces machines sont inutilisées l'été par les livreurs de bois et pourraient servir à faire des travaux d'isolation avec ces matériaux.



Essai de soufflage (faisabilité) par camion souffleur pour plaquette

Réalisés avec l'entreprise Pelissier, à Carpentras

Essais à poursuivre avec tuyau, en hauteur, ...

D'autres machines utilisées dans le secteur agricole peuvent être testées (souffleuse à ensilage, souffleuse à pommes, ...). Elles feraient à priori l'affaire.



Souffleuse à ensilage (à tester)



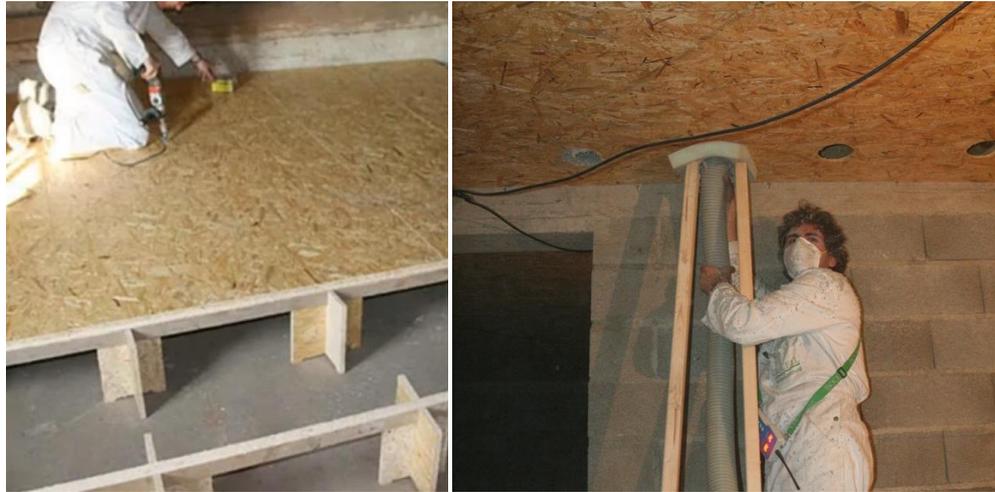
Souffleuse à pommes/... (à tester)

Les souffleuses fonctionnant avec la balle de riz fonctionneront avec la balle d'épeautre et la chènevotte, partout en France.

Les entreprises de construction bois avec préfabrication en atelier pourraient s'équiper de telle machines pour souffler les isolants dans leurs caissons.

### **Soufflage et insufflation (remplissage de caisson)**

Après avoir trouvé une ou plusieurs souffleuses qui permettent d'obtenir un débit acceptable pour des artisans et pour chaque type de mise en œuvre, il faut tester les souffleuses pour remplir des caissons bois fermés (horizontaux et verticaux) pour savoir comment s'y prendre pour que l'isolant en vrac remplissent tout le caisson, sans laisser de poches vides, mesurer la densité moyenne obtenue (la conductivité thermique dépend de la densité), ...



Insufflation d'isolant dans des planchers et des plafonds

Photos internet

### **Caractérisation « produit », « Conception », « Pose »**

Les essais suivants sont prioritaires et doivent être réalisés en laboratoire pour convaincre les bureaux d'études et les bureaux de contrôle, et ainsi toucher les porteurs de plus gros projets :

- ✓ Réaction au feu
- ✓ Tassement (dans les combles perdus)
- ✓ Equilibre hygrothermique (adsorption/désorption)
- ✓ Diffusion de vapeur d'eau.

Quelques explications sur les essais à réaliser en priorité :

#### Feu

Les bureaux de contrôle ont été impliqués dans 2 projets de bâtiment public où la balle de riz est utilisée comme isolant (un réalisé en 2013 - Apave Avignon, un en cours en 2014 - Apave Gap). La question essentielle est le classement au feu de la balle de riz par un laboratoire agréé, et en son absence, du type de paroi/ écran thermique à lui associer pour qu'elle puisse être acceptée.

La caractérisation du matériau au feu est un passage incontournable.

#### Hygrométrie, tassement

Les bureaux d'études s'intéressent de prêt à la perspiration des murs mettant en œuvre des matériaux hygroscopiques (terre, isolants d'origine végétale), et pour ce faire, ils ont besoin des caractéristiques suivantes : coefficient de diffusion de la vapeur d'eau et courbe de sorption/désorption hygroscopique.

L'éventuel tassement des isolants lors de la vie en œuvre les rend moins performants (épaisseur moindre en combles perdus ou pont thermique en haut des murs). Une mesure du tassement en combles perdus est nécessaire pour pouvoir toucher le marché des entreprises d'isolation de combles perdus. Même en l'absence d'avis technique, ces essais (accompagnés des autres) peuvent suffire pour faire accepter ce matériau dans les mécanismes des certificats d'économie d'énergie.

Ces besoins ont été confirmés par l'Apave d'Avignon.

Ces essais devront être complétés plus tard par les essais suivants, toujours classés par ordre de priorité :

- Confort d'été
- Termites (appétence + barrière) + Fongique + Type de silice
- COV et formaldéhydes + Acoustique/bruits aériens
- FDES/ACV + Absorption d'eau à court/long terme

### Communication/démarchage

Comme en 2014, des flyers et des plaquettes devront être conçus / imprimés / distribués en PACA / LR.

La page Wikipedia sur la balle de riz devra être améliorée. [Lien](#). Ca n'a pas été fait en 2014 par manque de résultats de caractérisation dans les laboratoires agréés, pour prendre un peu de recul sur le matériau, et pour fiabiliser les informations avant de les diffuser.

Le PNR de Camargue et d'autres partenaires devront être contactés pour qu'ils puissent diffuser sur leur site de l'information sur la balle de riz (lien dropbox par exemple).

Les entreprises de construction bois avec préfabrication en caisson devront être démarchées pour leur présenter la balle de riz et ses performances, et leur fournir des échantillons (sacs) pour qu'ils testent.

### Contrôle qualité

La balle de riz utilisée sur les chantiers devra être contrôlée (grains, poussières), comme les contrôles sont faits au Village. Des discussions devront être entamées avec les usines de décorticage pour voir ce qu'ils peuvent faire pour fournir un matériau encore plus propre.

### Retour d'expérience de chantier

De nombreux tests ont déjà été faits sur les chantiers d'auto construction mettant en œuvre des matériaux écologiques. Les auto constructeurs ont pour certains faits un blog, d'autres n'ont pas communiqué. Les dosages, les astuces de chantier, les déboires, les difficultés, les solutions qu'ils ont trouvées face à des difficultés qui ne peuvent pas être anticipées par un travail « de bureau » méritent d'être identifiés, analysés et synthétisés.

Cette démarche initiée sur la balle de riz en 2014 doit être poursuivie en 2015. Les premiers contacts pris à l'AQC doivent être prolongés et les FREC doivent être adaptées pour être utilisables directement par l'AQC lors d'une campagne de retour d'expérience. Probablement pas avant 2016.

## Filière isolation par voie humide, stabilisation par la chaux

### Sur chantier

A terme, sur les chantiers, les bétons/enduits isolants (chênevotte, balle de riz, balle d'épeautre, copeaux) seront fabriqués à la bétonnière en cas de mise en œuvre à la main, ou projetés avec des machines déjà développées pour le chanvre.

L'étape préalable est la formulation de dosages pour faire des bétons à la bétonnière. Pour aboutir à des dosages qui marchent, il faut essayer à petite échelles (briques) et ensuite tester les solutions prometteuses à la bétonnière.



Essai d'un dosage « 2/3 balle de riz + 1/3 chènevotte », 2014

A poursuivre

### Préfabrication en atelier

Il existe sur le marché des briques « chaux-chènevotte ». Ce type de briques pourrait être fabriqué sur la base de mélanges « chaux-chènevotte-balle ». Il est pour le moment trop tôt pour se lancer dans ce type de projet. L'étape préalable est la formulation de dosages de bétons allégés.

Les mélanges qui marchent nécessiteront la préparation de mélanges « chènevotte-balle » prêts à l'emploi, ainsi que leur conditionnement. Des échantillons de ces mélanges pourront être fournis aux entreprises qui projettent déjà du chaux-chanvre pour qu'ils se fassent leur expérience et se convainquent de l'intérêt.

### Communication

Une fois qu'un dosage « type » aura été formulé, des mini briques devront être fabriquées pour être distribuées aux mêmes partenaires qu'en 2014 (communication).

### Caractérisation

La caractérisation de la conductivité thermique des enduits/bétons stabilisés par la chaux est à faire sur au moins un dosage « qui marche », dans un organisme COFRAC, pour que les artisans qui feront la mise en œuvre puissent récupérer des certificats d'économie d'énergie auprès des obligés.

Dans un deuxième temps, une optimisation des formulations et une caractérisation de ces mélanges optimisés devra être réalisée.

### Retour d'expérience de chantier

Idem « Isolation par voie sèche ».

## Filière isolation par voie humide - stabilisation par la terre argileuse

### Sur chantier

Certains planchers intermédiaires ne présentent aucun risque de dégât des eaux. Dans ce cas, l'usage de la chaux n'est pas indispensable. La terre argileuse peut être utilisée comme liant. Ces bétons sont isolants, phonique et thermique.

L'étape initiale est la formulation de dosages de bétons de terre allégés. Un premier essai a été fait sur un chantier de maison paille. Ces essais méritent d'être poursuivis.



Essais « terre-sable-balle de riz-paille de riz » pour plancher intermédiaire, chantier participatif, 2014

### Préfabrication en atelier

Les mélanges qui marchent nécessiteront la préparation de mélanges « chènevotte-balle » prêts à l'emploi, ainsi que leur conditionnement.

### Caractérisation

Il est trop tôt pour parler de caractérisation en laboratoire. Des caractérisations minimalistes (densité, ...) sont nécessaires avant d'aller plus loin.

### Retour d'expérience de chantier

Idem « Isolation par voie sèche ».

---

## Chiffrage des besoins

---

Les actions sera menées aussi loin que possible, dans la limite des capacités humaines et budgétaires allouées.

### Charges de personnel et de fonctionnement

1 ETP

### Achats et services

Un budget supplémentaire global de 32 000 €HT est nécessaire au bon déroulement de la prestation.

Le dispatching prévisionnel du budget est donné ci-dessous. Les sommes non dépensées pour un poste seront peut-être nécessaires pour aller plus loin sur un autre. Dans ce cas, elles seront justifiées.

### Essais de souffleuses

Les essais seront, dans la mesure du possible, réalisés sans louer les machines, mais ce n'est pas toujours possible.

Le diamètre de tuyau nécessaire au soufflage de balle de riz est d'environ 70 mm, avec un tuyau lisse traité anti abrasion, et 40 mètres de longueur. Ce genre de tuyau n'a pas encore été acheté et est nécessaire pour réaliser les essais et les premiers chantiers. Budget nécessaire : 1000 €HT

Les interfaces des souffleuses ne sont pas forcément compatibles avec les tuyaux. Les interfaces devront être adaptées au coup par coup, à partir de produits vendus dans les grandes enseignes. Budget nécessaire : 1000 €HT

Les essais seront réalisés chez ceux qui possèdent ou fabriquent les machines. Les fabricant sont peu nombreux et pour certains loin. Budget déplacement : 2500 €HT.

### Matériaux

Les matériaux à priori utilisés seront la chènevotte, la chaux, la balle de riz, la balle d'épeautre, la terre et les copeaux. D'autres seront peut-être nécessaires (ex : sable).

Certains matériaux seront donnés, d'autres devront être achetés. Les matériaux serviront à la réalisation d'essais et à la communication (distribution d'échantillons auprès des entreprises du bâtiment, EIE, CAUE, PNR, ...)

Dans tous les cas, si ils ne sont pas livrés, il faudra aller les chercher (frais kilométriques).

Budget nécessaire (transport + matériaux) : 2500 €HT

### Outils

Des outils comme des gamattes, truelles, moules, seaux, des pièces de rechanges, ... seront nécessaires pour réaliser le travail. Budget nécessaire : 1000 €HT

### Caractérisation en laboratoire

Balle de riz

- ✓ Allumabilité, réaction au feu, classement : 3000 €HT (tarifs 2013)
- ✓ Sorption hygroscopique : 4100 €HT (tarifs 2014)

- ✓ Tassement : 6200 €HT (tarifs 2014)
- ✓ Diffusion de vapeur d'eau : 1700 €HT (tarifs 2014)

#### Enduits/bétons isolants

- ✓ Conductivité thermique : 1500 €HT / essai (tarifs 2014), 1 essai réalisé

### Conditionnement

Les essais de conditionnement nécessite l'achat de consommables (cartons, sacs, scotchs, housses, ...) qui ne pourront pas être réutilisés. Budget nécessaire : 1000 €HT

### Communication

La communication matérielle sera faite au travers de l'impression et la distribution/envoi de flyers et la fabrication/conditionnement/envoi d'échantillons. Budget nécessaire : 1000 €HT

La communication immatérielle sera faite au travers d'entretiens (journalistes), de réunions, de conférences, tables rondes, etc. Des déplacements seront nécessaires. Budget nécessaire : 1500 €HT

### Retour d'expérience de chantier

Le retour d'expérience de chantier nécessite de se déplacer sur les chantiers. Les frais associés sont liés au déplacement. Budget nécessaire : 2000 €HT

### Démarchage des entreprises

Le démarchage auprès des entreprises nécessite de se déplacer. Les frais associés sont liés au déplacement et à la fourniture de matériaux pour qu'ils testent par eux mêmes. Budget nécessaire : 2000 €HT