



Caractérisation des balles

- Capacité thermique

www.batirenballes.fr





Page laissée volontairement vierge



Révision

Auteur	Date	Révision
Pierre DELOT	04/11/2020	Version de travail



Sommaire

Rappels	5
Les isolants et le confort d'été	5
Evolution de la capacité thermique avec l'humidité relative de l'air	5
Balle de riz	6
Evolution de la capacité thermique avec l'humidité relative de l'air	6
Mesures réalisées en France métropolitaine.....	6
Essais réalisés au LNE en janvier 2014	7
Valeurs « utiles ».....	8
Capacité thermique massique (J/kg.K)	8
Capacité thermique volumique (kJ/m ³ .K, Wh/m ³ .K).....	8
Autres balles	9



Rappels

Les isolants et le confort d'été

Le niveau de confort d'été est fortement dépendant de la capacité thermique et de la masse des isolants. On choisit souvent ses isolants en pensant à la résistance thermique, qui est une notion adaptée pour l'hiver, mais insuffisante pour traiter du confort d'été, surtout pour un climat méditerranéen.

L'été, c'est la toiture qui reçoit le plus d'apports solaires. Tout le monde a au moins passé une (non) nuit d'été à essayer de dormir dans des combles isolés avec des isolants légers, sur des épaisseurs dimensionnées pour l'hiver. Ces isolants remplissent leur rôle l'hiver, mais l'été, ils sont incapables de stocker l'énergie apportée par le soleil, sauf si on isole sur une épaisseur bien supérieure (de l'ordre de 50 cm, surdimensionné pour l'hiver). Résultat, l'onde de chaleur passe au travers de l'isolant sans être correctement amortie et nous empêche de dormir. Ceci est dû à 2 choses : leur faible masse volumique et leur faible capacité thermique massique. Ce qui compte en première approche, c'est le produit « masse volumique * capacité thermique massique », et bien sûr, l'épaisseur de l'isolant.

Pour passer l'été et les canicules sans encombre, il est préférable d'utiliser des isolants lourds et à forte capacité thermique massique. Les isolants d'origine minérale ont la plus faible capacité thermique (ordre de grandeur : 1000 J/kgK à 23°C/50% d'humidité relative); suivent les isolants synthétiques (ordre de grandeur : 1200 J/kgK). Les isolants d'origine végétale ou animale sont ceux qui ont la plus forte capacité thermique (ordre de grandeur : 1500 J/kgK). Ce sont ces derniers qui doivent être privilégiés pour améliorer le confort d'été. Ils ont souvent l'avantage d'être lourds, et donc d'amplifier leur efficacité en augmentant le résultat « masse volumique * capacité thermique massique ». La balle de riz est lourde et possède une capacité thermique massique élevée (même si son fort taux de silice ne la place pas dans les isolants à plus forte capacité thermique massique).

Evolution de la capacité thermique avec l'humidité relative de l'air

L'air ambiant est plus ou moins humide. Comme tous les matériaux organiques, la balle de riz possède la capacité d'absorber et de relâcher une partie de son eau, jusqu'à ce qu'on obtienne un état d'équilibre avec l'humidité relative de l'air environnant.

La capacité thermique massique de l'eau est très importante (4185 J/kgK à l'état liquide). Plus un matériau est humide, plus sa capacité thermique massique va augmenter.



Balle de riz

Evolution de la capacité thermique avec l'humidité relative de l'air

Une étude réalisée par S. K. Jha et AmarSingh, publiée en 2007 dans le journal « Journal of agricultural engineering vol 44 », sur de la balle de riz de variété « Padmini », se penche sur les propriétés physique et thermiques de la balle de riz (voir [lien](#)).

La chaleur spécifique (capacité thermique) augmente linéairement avec son taux d'humidité. Les traitements (acide ou alcali) font diminuer légèrement la capacité thermique.

Les résultats de l'étude sont synthétisés dans le tableau suivant et dans le graphique situé en dessous.

	Capacité thermique
Unité	J/kg.K
Sans traitement	1098 ⇔ 2754
Avec traitement acide	976 ⇔ 2548
Avec traitement alcali	875 ⇔ 2330
Taux d'humidité (%)	≈ 6 ⇔ 33

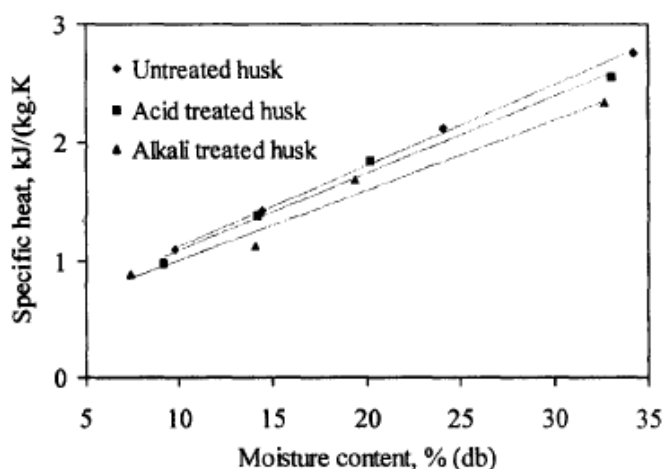


Fig. 5: Effect of moisture content on specific heat of untreated and treated husk

Mesures réalisées en France métropolitaine

En France métropolitaine, la capacité thermique des isolants est donnée pour des conditions correspondant à une humidité relative de l'air ambiant égale à 50% , et pour 2 températures : 23°C et 50°C. Ces températures qui peuvent paraître élevées correspondent à des températures qui peuvent exister l'été au sein de l'isolant.



Essais réalisés au LNE en janvier 2014

Des essais ont été commandés en janvier 2014 au LNE (laboratoire national d'essai), par l'association Le Village, pour mesurer la capacité thermique de la balle de riz long étuvé et rond non étuvé.



Echantillons de riz testés au LNE

Ces deux mesures devraient être représentatives de la production Camarguaise et de ce qui peut être livré sur les chantiers, compte tenu des contraintes d'usage du riz (pas de stockage différencié en fonction de la variété de riz).

Le rapport d'essai du LNE est disponible en cliquant [ici](#)

Les résultats d'essais sont les suivants :

J/kg.K	23°C, 50% HR	50°C, 50% HR
Riz long étuvé	1433	1667
Riz rond non étuvé	1480	1748

L'incertitude élargie (k=2) sur les résultats est estimée à +/- 4%. Cette incertitude ne tient pas compte du nombre limité d'échantillons qui ont été testés (2).



Valeurs « utiles »

En l'état actuel des connaissances, il convient de prendre des marges supplémentaires par rapport aux résultats d'essais pour tenir compte du faible nombre d'échantillons testés (2 échantillons). Cette marge a été fixée à 5% au lieu de 4, comme consigné dans le PV d'essai. A cette marge est rajoutée une marge supplémentaire de 5% dans le calcul de la capacité thermique volumique, puisque les masses volumiques réelles ne seront pas exactement 120 et 150 kg/m³.

Les valeurs données sont susceptibles d'évoluer puisque de nouveaux résultats d'essais vont être intégrés dans les calculs.

Pour vos études, merci de bien conserver le présent document et d'indiquer explicitement dans vos rapports le nom complet du document (la date affichée en pied de page fait partie du nom).

Capacité thermique massique (J/kg.K)

La capacité thermique est surtout utilisée pour évaluer le niveau de confort d'été. La température retenue conventionnellement pour l'évaluation est 23°C, et l'humidité relative de l'air est prise égale à 50%.

J/kg.K	23°C, 50% HR	Commentaires
Riz long étuvé	1433	Incertitudes : +/- 5%
Riz rond non étuvé	1480	Incertitudes : +/- 5%

Capacité thermique de la balle de riz

Il est impossible de choisir le type de balle de riz qui sera livrée. La capacité thermique à utiliser dans les calculs dépendra du type d'étude menée.

Capacité thermique volumique (kJ/m³.K, Wh/m³.K)


Les valeurs données dans ce paragraphe ont été calculées à partir des masses volumiques suivantes :

- Mise en œuvre en vrac non tassé : 120 kg/m³
- Mise en œuvre tassé : 150 kg/m³

Ces valeurs sont des ordres de grandeurs de la densité de la balle de riz brute dans un état d'équilibre hydrique à 23°C/50% d'humidité relative.

Une marge de 5% supplémentaire peut être considérée par rapport aux résultats présentés dans le tableau " Capacité thermique de la balle de riz", ces 5% permettant de couvrir l'écart entre la densité à la mise en œuvre et la densité "théorique".





23°C, 50% HR	kJ/m ³ .K		Wh/m ³ .K	Commentaires
Balle non tassée	172 à 178	soit	47.8 à 49.3	Incertitudes : +/- 10%
Balle de riz tassée	215 à 222	soit	59.7 à 61.7	Incertitudes : +/- 10%

Capacité thermique volumique de la balle de riz

Autres balles

