



Caractérisation des balles

-

Masse volumique



www.batirenballes.fr





Page laissée volontairement vierge

Révision

Auteur	Date	Révision
Pierre DELOT	28/05/2020	Version de travail



Sommaire

Rappels	6
De quelle masse volumique parle-t-on ?	6
Masse volumique apparente (MVA).....	6
Norme française NF EN 1602.....	6
Masse volumique spécifique.....	6
La porosité.....	6
Masse volumique « vraie »	7
Et en pratique ?	7
Tassement dans le temps	7
Variabilité	7
Qualité du matériau.....	7
Conditionnement du matériau.....	7
Etalement granulométrique.....	7
Méthode de mesure de la MVA	7
Taux d'humidité du matériau.....	8
Balles : Porosité, MV spécifique, MV vraie	9
Porosité	9
Porosité d'une balle prise isolément	9
Balle de riz	9
Autres balles	9
Porosité d'un tas de balle	9
Balle de riz	9
Autres balles	9
MV « spécifique »	9
Balle de riz.....	9
Autres balles	9
MV « vraie »	9
Balle de riz.....	9
Autres balles	9
Balles : MVA	10
Bibliographie	10
Balle de riz.....	10
Résultats d'essais ASTM / Etats-Unis.....	10
Autres sources	10
Autres balles	10
Evolution de la MVA avec le taux d'humidité du matériau	10
Balle de riz.....	10
Etude 1	10
Etude 2	11
Autres balles	11
MVA à utiliser pour le dimensionnement des structures	11
MVA à utiliser dans les calculs thermiques	12
MVA données dans la nomenclature	12



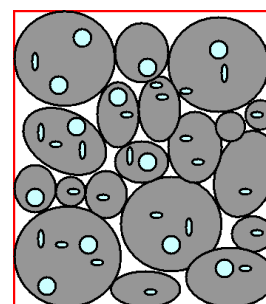
Rappels

De quelle masse volumique parle-t-on ?

Pour calculer une masse volumique, il faut d'abord savoir ce qu'on entend par « volume ». Est-ce le volume apparent, le volume réel, ...

Masse volumique apparente (MVA)

La masse volumique apparente est calculée à partir du volume total du tas de balles. Le volume considéré inclus donc le volume d'air séparant chaque balle de ses voisines et le volume des pores incluses au sein de chaque balle.



Volume apparent

Volume réel

Volume des pores

Volume apparent

Norme française NF EN 1602

En France, la norme NF EN 1602 Juillet 1997 (« Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination de la masse volumique apparente ») prescrit l'appareillage et les modes opératoires à utiliser pour déterminer la masse volumique globale apparente et/ou la masse volumique apparente à cœur, dans les conditions de référence.

Elle s'applique aux produits isolants thermiques et à leurs éprouvettes. La présente norme peut s'appliquer également à chacune des couches d'un produit multicouche.

Masse volumique spécifique

La masse volumique spécifique est celle calculée à partir du volume "réel" du matériau, c'est-à-dire, en enlevant au volume apparent le volume de pores et celui des interstices. Cette notion n'est a priori pas très utile pour l'isolation.

La porosité

La porosité mesure le volume d'air emprisonné à l'intérieur d'un matériau, au sein de la matière et entre les éléments de matière qui composent le matériau. Elle s'exprime en pourcentage.

La structure et la forme des pores qui composent les isolants organiques est différente de celle des isolants minéraux (laines de verre, de roche), elle-même différente de celle des isolants de synthèse (dérivés d'hydrocarbures). Les pores peuvent être ouvertes ou fermées.



Porosité des quelques matériaux

Masse volumique « vraie »

La masse volumique vraie est celle calculée à partir du volume de matériau, en lui déduisant le volume d'air séparant les éléments composant le matériau, mais pas celui des pores inclus dans les éléments.

Et en pratique ?

Tassement dans le temps

Comme tout matériau léger, les balles peuvent se tasser dans le temps. Suivant la paroi à isoler et le type de mise en œuvre, la balle peut être pré tassée pour diminuer/annuler ce tassement ultérieur. La MVA dépend donc du niveau de pré tassement du matériau.

On utilise parfois le mot « foisonné » pour décrire un matériau qui n'est ni compacté, ni vibré, ni déplacé (le déplacement créé des vibrations).

Variabilité

Comme tous les matériaux agrosourcés non industrialisés, il existe une variabilité d'un lot à l'autre, d'une méthode de production à une autre, d'une variété à l'autre, ... Cette variabilité implique que les MVA affichées sont des plages de variation (les scientifiques diraient qu'un résultat donné sans niveau de précision associé n'a pas de valeur et qu'il n'engage que celui qui y croie).

Qualité du matériau

La pollution du matériau isolant (par des grains pour les balles, par exemple) modifie sa MVA. Il est important de savoir si la MVA affichée est celle d'un matériau réel ou d'un matériau théorique (pur et exempt de toute pollution). Les MVA affichées devraient préciser ce point, ainsi que le taux de pollution du matériau.

Conditionnement du matériau

Le conditionnement du matériau peut avoir un impact sur sa MVA après déconditionnement. Exemple : compactage de la balle de riz en botte haute densité (noté HD). Les MVA affichées devraient préciser ce point.

Étalement granulométrique

Les balles sont des granulats qui peuvent être partiellement brisés. L'étalement granulométrique des balles à un impact sur la MVA d'un tas de balle. Les MVA affichées devraient préciser ce point.

Méthode de mesure de la MVA

La méthode de mesure de la MVA a une influence sur le résultat affiché.



Taux d'humidité du matériau

Le taux d'humidité du matériau n'est pas toujours présenté. Il a pourtant une influence non négligeable sur le résultat affiché. Sans mentions explicites, on ne sait pas si le matériau est sec (TH = 0%) ou si le matériau est à « humidité naturelle » (notion floue !)



Balles : Porosité, MV spécifique, MV vraie

Porosité

Porosité d'une balle prise isolément

Balle de riz

La porosité d'une balle prise isolément est de 54% du volume de la balle, avec la majorité des pores fermés. L'air contenu dans les pores fermés est prisonnier de la balle. [Lien](#)

Autres balles

Aucune information sur le sujet n'a été trouvée.

Porosité d'un tas de balle

Balle de riz

Le volume d'air contenu dans les pores et dans les interstices séparant les différentes balles (air libre) est au total de 85% du volume apparent. (Kaupp, 1987). [Lien](#)

Autres balles

Aucune information sur le sujet n'a été trouvée.

MV « spécifique »

Balle de riz

La densité spécifique de la balle de riz est d'environ 1420 kg/m³. [Lien](#).

Autres balles

Aucune information sur le sujet n'a été trouvée.

MV « vraie »

Balle de riz

Houston (1972) reportait que la masse volumique vraie de la balle de riz était d'environ 735 kg/m³. Un autre auteur annonce une masse volumique vraie située entre 670 et 740 kg/m³ (Juliano). D'autres auteurs annoncent des masses volumiques vraies plus élevées (1009 à 1054 kg/m³, pour des taux d'humidité situés entre 6 et 33% : « Physical and Thermal Properties of Untreated and Chemically Treated Rice Husk »)

Autres balles

Aucune information sur le sujet n'a été trouvée.



Balles : MVA

Bibliographie

Les MVA annoncées dans la bibliographie (même scientifique) ne sont pas toujours accompagnées des informations suivantes : taux d'humidité, taux de pollution et méthode de mesure de la MVA. Vraiment dommage !

Balle de riz

MVA (kg/m ³)	Balle de riz en vrac
Chili, NCh853-2007	117
Italie, UNI 7357-5	135

MVA de la balle de riz en Italie et au Chili

Sources : « 15conduzione1ft »

Résultats d'essais ASTM / Etats-Unis

Dans le cadre de la construction de la « rice hull house » en 2004 aux Etats-Unis, des mesures de densité ont été effectuées par le laboratoire RDS (« Design Density Test ») sur du riz étuvé provenant de chez Riceland.

Deux échantillons ont été testés (environ 6 kg de balle de riz, 30 cm et 15 cm d'épaisseur). Ces échantillons ont été vibrés pendant 24 heures (fréquence 15 Hz, amplitude 0.1 pouce), ce qui permet d'estimer indirectement le tassement potentiel de la balle non tassée.

MVA (kg/m ³)	Foisonnée	Vibrée
Echantillon 1	123.8	159.8
Echantillon 2	120.0	157.1

MVA de la balle de riz avant/après vibration

Autres sources

La balle de riz foisonnée a une MVA située entre 70 à 110 kg/m³, et jusqu'à 145 kg/m³ lorsqu'elle est vibrée. [Lien](#).

La MVA de la balle de riz compactée manuellement est d'environ 180 kg/m³ (source : « Alternativas tecnologicas para el uso de la cascarilla de arroz como combustible »).

Autres balles

Aucune information sur le sujet n'a été trouvée.

Evolution de la MVA avec le taux d'humidité du matériau

La MVA de la balle brute varie avec le taux d'humidité (du matériau, noté TH), sous le double effet de la présence de l'eau (qui alourdi le matériau) et de son effet sur la forme et la taille des balles.

Balle de riz

Etude 1

D'après les résultats de cette étude, la masse volumique apparente de la balle de riz brute foisonnée (non tassée) augmente d'environ 0.380 kg/m³ par % de taux d'humidité



supplémentaire (Source : « Studies of Physical and Thermal Properties of rice husk related to its industrial application »).

Etude 2

Les essais menés au CSTB pour mesurer la conductivité thermique sur de la balle de riz long étuvé permettent de calculer l'évolution de la masse volumique apparente avec la teneur en eau.

Les MVA données dans le rapport ne sont pas cohérentes avec les masses et épaisseurs. Malgré ces incohérences, la MVA augmenterait d'environ 1.1 kg/m³ (balle foisonnée) à 1.6 kg/m³ (balle tassée).

	Temp/HR (°C/%)	TH (%)	MVA (kg/m ³)	MVA / %TH
Foisonnée	23/0	0	113	+1.06
	23/50	6.6	120	kg/m ³ /%TH
Tassée	23/0	0	131 ⇔ 141	+1.51 ⇔ +1.56
	23/50	6.6 ⇔ 7.7	141 ⇔ 153	kg/m ³ /%TH

Autres balles

Aucune information sur le sujet n'a été trouvée.

MVA à utiliser pour le dimensionnement des structures

La MVA à utiliser pour le dimensionnement des structures est définie à partir de la plage de MVA d'une balle à priori compatible avec un usage en isolation (taux de parties fines et taux de pollution par les grains limité), pour un taux d'humidité de 10%.

La compatibilité pouvant impliquer un prétassement de la balle pour limiter/annuler le tassement dans le temps, trois niveaux de prétassement ont été définis :

- Balle sans prétassement (BSP)
- Balle légèrement prétassée (BLP)
- Balle fortement prétassée (BFP)

Par défaut, en l'absence d'expérience sur la balle utilisée, de mise en œuvre spécifique ou de dispositif anti-tassement, on pourra considérer les valeurs dimensionnantes suivantes :

- Pour les murs
 - ✓ Balle prétassée à la mise en œuvre, sur toute la hauteur du mur : BFP
 - ✓ Balle prétassée à plat (préfabrication) : BFP
 - ✓ Balle légèrement prétassée : BFP
 - ✓ Balle non prétassée : BLP
- Pour les planchers et toitures : BLP

Si la balle est mise en œuvre avec un tassement BLP, la MVA à utiliser pourra être calculée à partir de la moyenne des deux cas extrêmes (BSP et BFP).



Balle de	BSP	BFP
Riz	120 ⇔ 135	150 ⇔ 155
Riz HD	(130 ⇔ 145 HD)	(165 ⇔ 170 HD)
Petit épeautre	140 ⇔ 180	À définir
Grand épeautre	95 ⇔ 150	À définir
Avoine	170 ⇔ 190	À définir
Sarrasin (Variété + méthode de décorticage)	180 ⇔ 300 (Import + cylindre : 180 ⇔ 210 Import + Meule : 220 ⇔ 240 Français + Cylindre : 210 ⇔ 250 Français + Meule : 220 ⇔ 300)	À définir
Tournesol	120 ⇔ 150	À définir

La quantité d'eau absorbable par la balle (exemple : dégât des eaux) est définie dans un document dédié.

MVA à utiliser dans les calculs thermiques

En conception, en l'absence d'expérience sur la balle utilisée, de mise en œuvre spécifique ou de dispositif anti-tassement, on pourra considérer les valeurs dimensionnantes suivantes :

- Pour les murs
 - ✓ Balle prêtassée à la mise en œuvre, sur toute la hauteur du mur : BFP
 - ✓ Balle prêtassée à plat (préfabrication) : BFP
 - ✓ Balle légèrement prêtassée : BFP
 - ✓ Balle non prêtassée : BLP
- Pour les planchers et toitures : BLP

Ces masses volumiques permettent de calculer la conductivité thermique à utiliser (voir document dédié).

MVA données dans la nomenclature

Les MVA données dans la nomenclature mise en place pour les balles est la MVA maximale garantie par le producteur. Elle est mesurée à partir d'une balle tassée fortement à la main dans un récipient de plus de 2 litres.

