

LE CAHIER TECHNIQUE DU PSE

Par Bertrand Beghin, Ingénieur des Hautes Etudes Industrielles de Lille (HEI)
Extrait de la collection des TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR - Monographie de thermoplastiques

Inauguré avec le numéro 7 du bulletin ECO PSE, le cahier technique poursuit son exploration des différentes étapes du procédé industriel de production du PSE ainsi que des propriétés du matériau.

Fiche n° 4 : Propriétés du polystyrène expansé

Partie 1 : Généralités, propriétés mécaniques et thermiques

3.1 Généralités

Les mousses de PSE se caractérisent par une **structure rigide à cellules fermées**. Pour le PSE moulé dont la structure comporte des soudures interperlées, la taille des cellules se situe habituellement entre 60 et 200 μm (figure 8).

L'**épaisseur des parois** dépend de la densité et de la taille des cellules. Par exemple, pour une masse volumique de 15 kg/m^3 et des cellules de 100 μm , elle sera de 0,4 μm .

La **fraction volumique de solide dans la matière expansée** dépend de la masse volumique apparente. A 30 kg/m^3 , elle est

proche de 3 %, à 20 kg/m^3 de 2 % et à 10 kg/m^3 de 1 %. D'où la valeur généralement retenue : le PSE est composé à 98 % d'air (en volume, à 20 kg/m^3).

La **masse volumique apparente** du PSE moulé se situe généralement, suivant les applications, entre 10 et 30 kg/m^3 (des masses volumiques plus élevées sont parfois utilisées pour quelques applications spécifiques).

3.2 Propriétés mécaniques

Elles dépendent essentiellement de la masse volumique apparente du matériau et évoluent de façon linéaire avec celle-ci. Les résistances en compression, flexion et traction sont données dans le tableau 1 et sur la figure 9.

Ces valeurs ont été mesurées sur des petites éprouvettes normalisées (les références des normes d'essais utilisées sont indiquées dans le fascicule Doc. A 3342 Monographies de thermoplastiques).

Si l'on cherche à obtenir une résistance définie pour une pièce moulée donnée, il sera toujours nécessaire d'essayer cette dernière dans les conditions de service. Si sa résistance est insuffisante, une modification de forme sera souvent plus efficace et plus économique qu'une augmentation de la masse volumique.

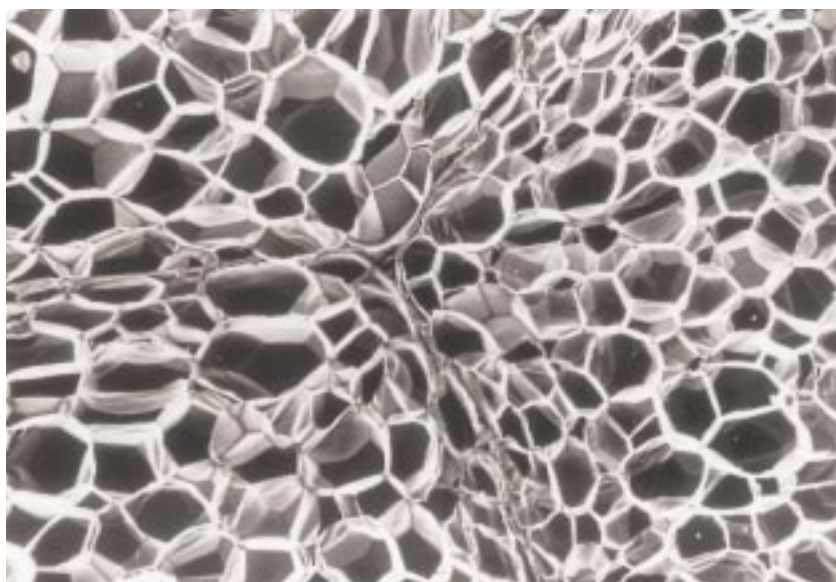


Figure 8 - Structure alvéolaire du polystyrène expansé moulé.

3.3 Propriétés thermiques

- **La capacité thermique massique** du PSE est de $1210 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- **Le coefficient de dilatation linéique** est d'environ $7 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

• **La conductivité thermique** λ est fonction de la masse volumique apparente et de la température.

On constate sur la figure 10 relative à du PSE moulé à 10°C que, pour une masse volumique donnée, λ peut varier dans une certaine

plage entre deux valeurs limites définies par les courbes inférieure et supérieure. En effet, des paramètres tels que la **structure cellulaire** du produit ont également une influence sur la conductivité thermique.

λ augmente avec la température et la correction à appliquer varie en fonction de la masse volumique ρ . On peut retenir les valeurs approximatives suivantes de $\Delta \lambda$ (valables entre 0 et 40°C) :

ρ (en kg/m^3)	$\Delta \lambda$ (en $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
10	$+2,00 \times 10^{-4}$
15	$+1,40 \times 10^{-4}$
20	$+1,15 \times 10^{-4}$
25	$+1,05 \times 10^{-4}$
30	$+1,00 \times 10^{-4}$

à ajouter par degré supplémentaire

Ainsi si λ mesuré à 10°C est de $32,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ pour une masse volumique de $20 \text{ kg}/\text{m}^3$, il sera à 40°C de :
 $32,5 + (30 \times 0,115) = 32,5 + 3,45 = 36 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

• **La température maximale d'emploi** est de 85°C quand aucune contrainte mécanique n'est appliquée à la mousse de polystyrène.

Tableau 1 • Résistances mécaniques pour différentes masses volumiques apparentes de PSE moulé

	15 kg/m^3	20 kg/m^3	30 kg/m^3	40 kg/m^3
Résistance en compression pour une déformation de 10 % (kPa)	60 à 110	100 à 160	180 à 250	260 à 350
Contrainte à la rupture en flexion (kPa)	160 à 220	210 à 330	380 à 520	570 à 680
Contrainte à la rupture en traction (kPa)	160 à 240	215 à 330	350 à 520	520 à 660

Figure 9 • Influence de la masse volumique apparente du PSE moulé sur ses propriétés mécaniques

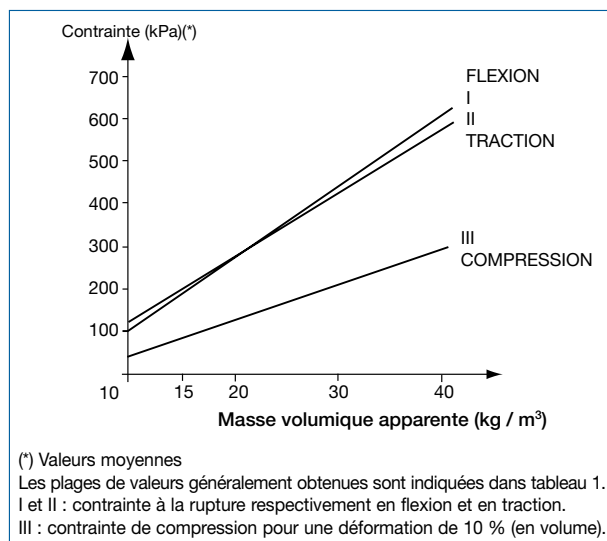
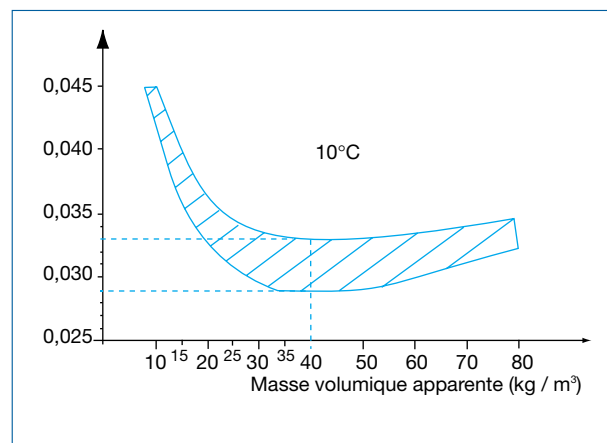


Figure 10 • Variation de la conductivité thermique du PSE moulé à 10°C en fonction de sa masse volumique apparente.



A paraître dans le numéro 11 du Bulletin ECO PSE :

Fiche n° 5 : Propriétés du polystyrène expansé (partie II) & contrôle des produits