

# DENSITÉ RÉELLE



**Lorsqu'on incorpore des granulats provenant de Pneus Usagés Non Réutilisables (PUNR) à une autre matière (du plastique, par exemple), on souhaite apprécier quel sera l'impact de cet ajout sur le poids des pièces fabriquées avec le mélange. Dans le cas du « béton caoutchouc », on cherche à optimiser le dosage de béton et de granulats pour améliorer les performances du matériau en matière d'absorption des vibrations et de résistance à la fissuration.**

**Dans les deux cas, pour y parvenir, il est nécessaire de disposer d'une donnée physique qui caractérise le rapport entre le volume et la masse d'un corps : la densité réelle. Or, si la densité réelle des différents élastomères qui entrent dans la composition des pneus est connue, en revanche, celle du « matériau granulat » n'avait pas, jusqu'alors, fait l'objet d'une détermination expérimentale rigoureuse.**

Afin d'apporter aux différents acteurs de la filière des éléments exploitables à ce propos, le service Recherche et Développement d'Aliapur a donc entrepris de définir une méthode de mesure fiable permettant de la caractériser.

## DÉFINITION

La densité réelle d'un corps s'exprime par le rapport entre la masse d'un certain volume de ce corps et la masse du même volume d'eau (dans des conditions identiques de température et de pression). Il s'agit d'une propriété propre à chaque matériau : elle ne peut être modifiée, par exemple en adaptant les conditions de fabrication.

## LA MISE AU POINT DE LA MÉTHODE D'ÉVALUATION

Pour mettre au point la méthode d'évaluation, le service R&D s'est appuyé sur les normes ❶ en vigueur dans l'industrie des plastiques (qui utilise fréquemment des granulats) et celle du caoutchouc.

Cependant, les procédures qu'elles décrivent ont dû être adaptées afin de tenir compte des spécificités des produits issus de PUNR. Ces mises au point ont porté, pour l'essentiel, sur la méthode d'échantillonnage et, en particulier, sur la définition de la taille de l'échantillon ❷ requis pour obtenir des mesures fiables.

- ❶ Une norme est un document de référence issu du consensus entre les experts d'un domaine d'activité. Ce document est approuvé par un organisme reconnu et définit des caractéristiques et des procédures applicables dans le secteur concerné.
- ❷ Les granulats ne sont pas des éléments homogènes puisqu'ils sont manufacturés à partir d'un produit qui ne l'est pas (un pneu est constitué de différentes matières : plusieurs types de caoutchouc, naturel ou non, des fibres textiles et métalliques...). Leurs propriétés physiques et chimiques diffèrent donc d'un granulat à l'autre. C'est pourquoi il est indispensable de disposer, au sein d'un échantillon, de représentants de tous les types granulats présents dans le lot qui va être évalué.

## LE PROTOCOLE DE TEST

**Pour mesurer la densité réelle d'un corps, on utilise un pycnomètre ③ à eau. Ce flacon, dont le volume est connu, est tout d'abord rempli d'eau, puis pesé. On introduit les granulats et on mesure avec soin le volume de liquide qui est chassé. Ce volume est identique à celui des granulats, qui est ainsi déterminé avec précision. Le flacon est pesé de nouveau. Par simple calcul, on obtient la valeur de la densité vraie des granulats.**

Le même type de manipulation a été conduit en ayant recours à un pycnomètre à hélium. Ce dispositif fonctionne de façon analogue à celui qui est décrit ci-dessus, mais, dans ce cas, l'enceinte est remplie de gaz au lieu d'eau.

Au total, 160 mesures ont été effectuées sur des lots en provenance de huit usines européennes. Les granulats ayant été obtenus par différents modes de production (broyages successifs, broyage par écrasement, cryogénie) et à partir de matières premières variées (pneus VL et pneus PL), ils fournissent une vue globale des produits disponibles sur le marché et assurent une bonne représentativité des résultats.



Pycnomètre vide



Remplissage avec de l'eau



Pesée du pycnomètre

## LES RÉSULTATS

Pycnomètre à eau	Densité (g/cm <sup>3</sup> )
Poudre < 0,6 mm	1,18 - 1,20
Granulats 0,5 - 2 mm	1,17 - 1,21
Granulats 2 - 4 - 5 mm	1,18 - 1,22
Granulats 4 - 7 mm	1,17 - 1,20

*Selon norme NF EN ISO 2681 - méthode B*

Pycnomètre à hélium	Densité (g/cm <sup>3</sup> )
Poudre < 0,6 mm	1,20 - 1,22
Granulats 0,5 - 2 mm	1,17 - 1,21
Granulats 2 - 4 mm	1,18 - 1,19
Granulats 1 - 6 mm	1,16 - 1,19

*Selon norme NF EN ISO 1183 - 3*

### La campagne de mesure a mis en évidence les résultats suivants :

- Les deux méthodes de mesure (pycnomètre à eau et pycnomètre à hélium) s'avèrent pertinentes pour déterminer la densité réelle des granulats de

③ Du grec ancien puknos (épais) et métron (mesure).

④ Pour cette étude, le service R&D d'Aliapur a travaillé en collaboration avec le BRGM (Orléans), CTTM (Le Mans) et LRCCP (Vitry).

PUNR : toutes deux fournissent des mesures fiables et similaires.

- Quel que soit le procédé de fabrication des granulats, leur densité reste comprise entre 1,16 et 1,22 g/cm<sup>3</sup>.
- La granulométrie des produits a peu d'impact sur leur densité.

## PERSPECTIVES

Grâce aux travaux menés par le service Recherche et Développement d'Aliapur, l'ensemble des acteurs de la filière disposent désormais de méthodes fiables, validées par plusieurs laboratoires ④, permettant de caractériser la densité réelle des produits issus de PUNR.

Les résultats obtenus lors de la campagne de mesure, ainsi que le protocole de test, sont à leur disposition. Ils pourront les exploiter dans le cadre de leurs propres développements de produits.

Ainsi, en fournissant aux professionnels des données mesurées et représentatives concernant une grandeur physique non encore caractérisée jusqu'alors, Aliapur contribue, une nouvelle fois, à faire des granulats de PUNR une matière première secondaire à part entière.