

# COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE



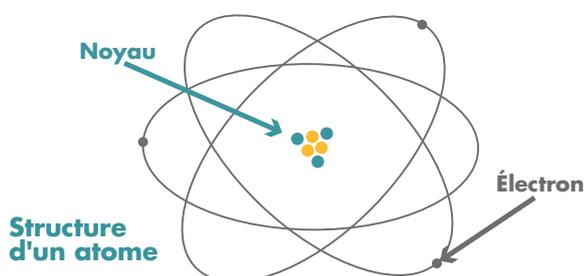
Dès le XIX<sup>e</sup> siècle, les chimistes ❶ ont mis en évidence que toute matière, qu'elle soit vivante ou inerte, est constituée d'un nombre restreint d'éléments de base, les atomes, qui se comportent comme des « briques » se combinant en elles. Identifier ces différents composants, et leurs proportions, permet d'établir une véritable « carte d'identité » qui fournit d'utiles indications sur les propriétés d'un matériau : pourcentage de constituants combustibles, présence éventuelle de produits à risque, éléments sujets à relargage ou à dégazage, par exemple.

Dans le cadre de sa mission de caractérisation des produits issus de Pneus Usagés Non Réutilisables (PUNR), Aliapur se devait d'étudier la composition élémentaire des granulats afin de disposer de données de référence essentielles à leur utilisation dans les meilleures conditions. Son service Recherche & Développement s'est donc attaché à définir des méthodes de mesure fiables pour y parvenir.

En outre, il souhaitait déterminer si, bien que provenant de produits hétérogènes (pneus VL et PL, eux-mêmes constitués de plusieurs types de caoutchouc, naturel ou non, aux formulations chimiques diverses), les granulats se comporteraient, comme des produits homogènes, à la composition constante.

## DÉFINITION

La composition élémentaire d'un produit indique le type et la quantité de chacun des éléments fondamentaux qu'il contient. Afin de déterminer ces valeurs, il est nécessaire de procéder à diverses analyses chimiques ou physico-chimiques.



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

En collaboration avec deux laboratoires ❷ spécialisés, et en se basant sur les normes ❸ en vigueur dans l'industrie du caoutchouc, Aliapur a recherché et mis au point les procédures les plus pertinentes en fonction de chaque élément à analyser. Afin de garantir la représentativité et la reproductibilité des mesures, un soin tout particulier a été porté au prélèvement et à la préparation des échantillons, qui ont été effectués selon le mode opératoire décrit dans la fiche « Prélèvement et échantillonnage des granulats ».

- ❶ En 1869, le chimiste russe Mendeleïev a mis au point la première table répertoriant les composants chimiques élémentaires connus à cette époque. Depuis, ce tableau a été remanié en fonction des découvertes successives. Il constitue désormais un référentiel universel comportant 118 éléments.
- ❷ Pour cette étude, le service R&D d'Aliapur a travaillé avec le Centre de Transfert de Technologie du Mans (CTTM - Le Mans) et le Laboratoire de Recherche et de Contrôle du Caoutchouc et des Plastiques (LRCCP - Vitry).
- ❸ 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. Dans ce cas, il s'agit des normes CEN TS 15407, 15408, 15410 et 15411.

## LE PROTOCOLE DE TEST

Différentes analyses chimiques ont été réalisées, en laboratoire, sur plusieurs lots provenant de quatre usines de granulation européennes. Obtenus par différents modes de production (broyages successifs, broyage par écrasement, cryogénie) et à partir de matières premières variées (pneus

VL et pneus PL), ces lots fournissent une vue globale des granulats disponibles sur le marché et assurent une bonne représentativité des résultats. Les résultats des deux campagnes de mesure successives (menées en 2007 et 2013) sont cohérents et ne font pas apparaître d'évolution significative.

## LES RÉSULTATS

**Les campagnes de mesure ont mis en évidence les résultats suivants :**

- le carbone, l'hydrogène et l'oxygène représente 90 % de la masse des granulats,
- ce pourcentage atteint 96 % en tenant également compte du zinc, du soufre et du silicium.

En outre, on observe une grande stabilité des paramètres mesurés : ni le lieu, ni le mode de fabrication n'influent sur la composition des produits, pas plus que le type de pneus dont ils sont issus. A l'échelle de la tonne, les valeurs obtenues sont homogènes et les proportions de chaque composant restent constantes (de 78 à 82 % pour le carbone, par exemple).

Eléments majoritaires (>1%)*	
<b>Carbone (C)</b>	78 à 82 %
<b>Hydrogène (H)</b>	7 à 7,5 %
<b>Oxygène (O)</b>	2,8 à 3,2 %
<b>Zinc (Zn)</b>	1,6 à 3,1 %
<b>Soufre (S)</b>	1,1 à 2,1 %
<b>Silicium (Si)</b>	1 à 2,3 %

Eléments mineurs (<1%)*	
Azote (N)	0,3 à 0,5 %
Calcium (Ca)	0,09 à 0,53 %
Fer (Fe)	0,02 à 0,20 %

Eléments en traces (< 0,06 %)*	
Aluminium (Al)	0,03 à 0,06 %
Antimoine (Sb)	0,0006 à 0,0009 %
Brome (Br)	0,02 à 0,04 %
Cadmium (Cd)	0,0002 %
Chlore (Cl)	0,02 à 0,06 %

Eléments en traces (< 0,06 %)* suite	
Cobalt (Co)	0,009 à 0,06 %
Cuivre (Cu)	0,002 à 0,02 %
Etain (Sn)	0,0005 %
Magnésium (Mg)	0,03 à 0,05 %
Phosphore (P)	0,01 à 0,03 %
Plomb (Pb)	0,002 à 0,004 %
Potassium (K)	0,03 à 0,06 %
Sodium (Na)	0,03 à 0,06 %
Titane (Ti)	0,004 à 0,01 %

Eléments en traces dont certaines valeurs sont en limite de quantification	
Sélénium (Se)	Molybdène (Mo)
Arsenic (As)	Nickel (Ni)
Baryum (Ba)	Vanadium (V)
Chrome (Cr)	Mercure (Hg)
Manganèse (Mn)	Fluor (F)
Béryllium (Be)	Thallium (Tl)

\* Teneurs en % massique

## PERSPECTIVES

Grâce aux travaux menés par le service R&D d'Aliapur, la composition élémentaire des granulats de PUNR est désormais connue. Ces valeurs de référence ont été

communiquées à l'ensemble des acteurs de la filière, de même que les protocoles validés qui ont servi à la déterminer.

Ainsi, en fournissant aux professionnels des données mesurées, représentatives et directement exploitables dans leurs activités quotidiennes, Aliapur contribue, une nouvelle fois, à faire des granulats de PUNR une matière première secondaire à part entière.