



## Du liquide translucide au solide noir : les transformations irréversibles du disulfure de carbone

**Généralement, lorsque les systèmes moléculaires sont soumis à une très forte compression, ils se désintègrent partiellement pour former de nouveaux composés, cristallins ou amorphes. Ces phases haute pression obtenues sont très recherchées car elles possèdent des propriétés électroniques très différentes de celles du matériau initial. Ainsi, dans certains cas, ces nouveaux composés peuvent être récupérés à la pression ambiante et sont des matériaux stratégiques en raison de leur haute densité d'énergie.**

**Un travail récent de chercheur et ingénieurs de l'IMPIC, en collaboration avec des laboratoires japonais et chinois, montre un bel exemple de cette évolution spectaculaire sous pression : le disulfure de carbone, ( $CS_2$ ), un liquide translucide à condition ambiante, se transforme sous pression de 8 GPa en solide noir et opaque, récupérable dans les conditions ambiantes [1].**

Bien que ce phénomène soit connu depuis longtemps [2], c'est la première fois que ce composé haute pression a été synthétisé en quantité suffisante pour être analysé ensuite avec des méthodes sophistiquées utilisées à l'IMPIC. Un instrument clé dans ce projet était la presse Paris-Edimbourg qui permet de produire 100 mm<sup>3</sup> d'échantillon en un seul chargement (Fig. 1).

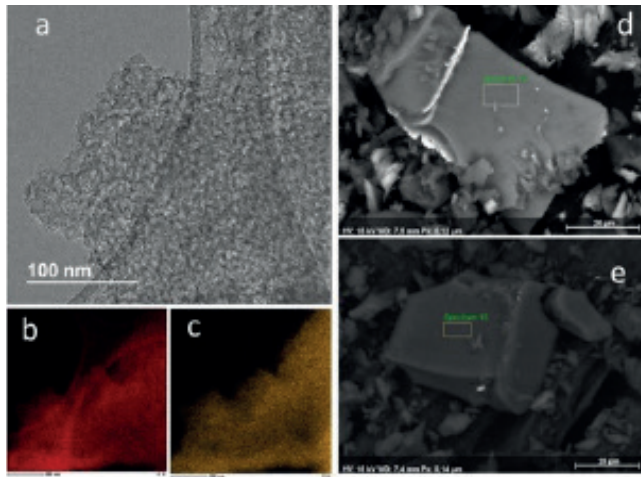


**Figure 1**

*Échantillon (sphère noire autour d'un joint métallique), récupéré dans les conditions ambiantes, et synthétisé par compression de  $CS_2$  liquide à 8 GPa dans une presse Paris-Edimbourg.*

Grâce à cette quantité macroscopique, une panoplie de techniques d'analyses a pu être mise en œuvre pour caractériser ce nouveau matériau : mesures de densité et de thermogravimétrie, détermination de la structure par diffusion de neutron et rayons-x, diffusion de Raman et absorption infrarouge, ainsi que la mesure de la conductivité électrique.

Ces expériences montrent que le disulfure de carbone  $CS_2$  se décompose à 8 GPa en un mélange d'un composé de stoechiométrie  $C_2S$  et de soufre pur, soufre qui peut ensuite être facilement éliminé. Le nouveau matériau haute pression  $C_2S$  obtenu a une structure graphitique composée de couches de carbone nanométriques au sein desquelles le soufre est attaché par liaisons van der Waals et covalentes (Fig. 2). Il se révèle être un semi-conducteur avec un faible gap de 45 meV. Un recuit à 250°C permet ensuite de diminuer la teneur en soufre pour obtenir un composé de stoechiométrie  $C_{10}S$ .



**Figure 2**

*Images représentatives MET (a) et MEB (d, e) d'échantillons de CxS (a, d, e). Les images (b) et (c) montrent la distribution du carbone et du soufre dans un flocon similaire à celui montré en (a).*

Etant donné que des composés à base de graphite et de soufre ont été proposés comme cathodes pour des batteries rechargeables [3], le matériau synthétisé dans ce travail pourrait potentiellement avoir des applications dans le stockage d'énergie en raison de son faible poids qui contribue à une haute capacité spécifique.

#### Références

[1] S. Klotz, T. Hattori, B. Baptiste, S.M. Feng, Ch. Jin, K. Béneut, J.M. Guigner, I. Estève. Synthesis and characterisation of a new graphitic C-S compound obtained by high pressure decomposition of CS<sub>2</sub>. *Carbon* 185 (2021) 491-500.

[2] P.W. Bridgman, Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 74 (1942) 399-424

[3] S. Zheng, et al., Adv. Energy Mater. 4 (2014) 1400482

#### Contact

Stefan Klotz : Stefan.Klotz@upmc.fr