

TECHNOLOGIE PLASMA TRIPHASEE POUR LA SYNTHESE DE FULLERENES EN CONTINU

F. Fabry¹

J. Gonzalez-Aguilar¹, L. Fulcheri¹ & N. Probst²

¹CEP, MINES ParisTech, B.P 207, 06904 SOPHIA-ANTIPOLIS, France,

²Timcal Graphite and Carbon, CH-6743 BODIO, Switzerland

Depuis une quinzaine d'années, il est développé au Centre Energétique et Procédés (CEP) de MINES ParisTech en partenariat avec la société TIMCAL [1] une technologie plasma triphasée permettant la synthèse de fullerènes et de suie fullerénique en continue à une échelle industrielle. Le procédé est basé sur la vaporisation de particules de carbone solide au moyen d'un plasma triphasé haute température. Les produits synthétisés sont très fortement dépendants des conditions opératoires et plus particulièrement des champs de températures obtenus dans le réacteur de synthèse et des espèces chimiques présentes dans le plasma ainsi que du rapport carbone solide injecté / débit de gaz plasma.

Présentation du procédé

Le procédé plasma a été décrit en détail dans de précédentes communications [2, 3]. Le principe est le suivant : Le plasma thermique est généré par une décharge d'arc entre trois électrodes de graphite dans la partie supérieure du réacteur. Un flux de gaz inerte (de préférence de l'hélium) et un précurseur carboné solide sont injectés simultanément dans la zone haute température du réacteur. En raison de la haute enthalpie obtenue dans la zone plasma, le carbone est totalement ou partiellement vaporisé lors de son passage dans cette zone.

Un système de prélèvement (recirculation de gaz) permet de collecter les gaz haute température à une position déterminée en sortie de réacteur et de les refroidir très rapidement (trempe). Les gaz sont alors filtrés et réinjectés dans le réacteur (gaz plasma et gaz de recirculation) ce qui permet de rendre indépendant ces deux paramètres et conduit à une plus grande liberté en ce qui concerne les conditions de synthèse (températures et rapport C/He).

Le procédé plasma permet la synthèse de deux types de produits:

- Des fullerènes, principalement C60 et C70,
- De la suie fullerénique qui est une suie présentant notamment une structure fullerénique très active recouvrant en surface les nanoparticules de carbone (noir de carbone).

Résultats

Les résultats présentés concernent l'étude du rapport C/He (précurseur de carbone / gaz plasma) au cours de la synthèse de fullerènes et de son influence sur les rendements en fullerènes et taux de production. La figure 1 montre que, à débit de gaz plasma constant, le rendement en fullerènes a tendance à baisser lorsque le débit de carbone injecté est augmenté. Dans le même temps, il apparaît que l'augmentation du débit de gaz plasma permet de stabiliser les taux de fullerènes lorsque le débit de carbone injecté est augmenté et présente un optimum en fonction du rapport C/He. Ainsi, l'accroissement des taux de production observés en fonction de l'augmentation du rapport C/He permet d'envisager que la limite

actuelle de production du réacteur pilote dépend de la puissance disponible via le plasma.

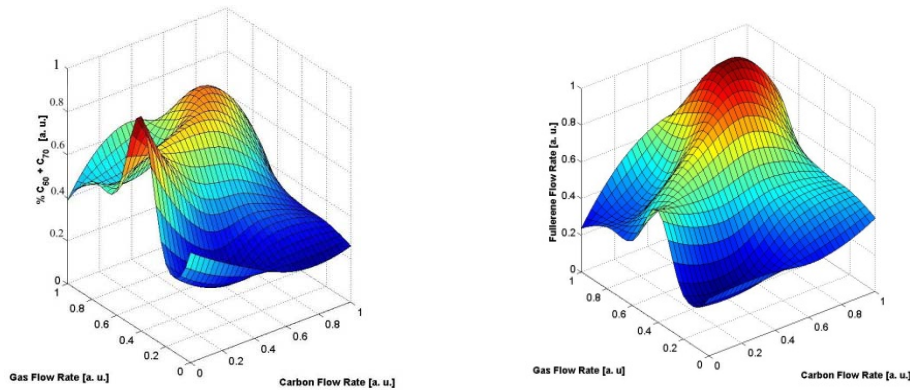


FIG. 1. Rendements en fullerènes et taux de production en fonction du débit de gaz plasma et du débit de carbone (unités arbitraires).

Conclusions

Le procédé de synthèse par plasma triphasé présente un potentiel important pour la production industrielle de fullerènes. Les résultats obtenus sur l'évolution des rendements en fonction du rapport C/He sont très prometteurs et permettent d'envisager une optimisation certaine du procédé au niveau des rendements en fullerènes ainsi qu'aux niveaux des capacités et coûts de production. Sur la base de cette unité pilote, une unité industrielle a été installée chez notre partenaire industriel TIMCAL à Bodio en Suisse et est opérationnelle depuis 2008 (contact : n.probst@be.timcal.com).

Références

- [1] Procédé pour la Fabrication de Carbone 60, BF 97 07 011 du 06/06/1997. Extension PCT /EP98/03399 – WO98/55396, US 6,358,375, Australie AU 199884368, Canada CA 2293547, Japon
- [2] L. Fulcheri, Y. Schwob, F. Fabry, G. Flamant, L. F. P. Chibante, and D. Laplaze, *Carbon*, 2000, 38, 797.
- [3] T. M. Gruenberger, J. Gonzalez-Aguilar, L. Fulcheri, F. Fabry, E. Grivei, N. Probst, G. Flamant and J.-C. Charlier, edited by Kuzmany et al., *AIP Conference Proceedings*, 2002.