

# Modulation du dopage du graphène par ordre supramoléculaire et réactivité photo-induite

**Marco Gobbi<sup>1</sup>, Sara Bonacchi<sup>1</sup>, Yi Liu<sup>2</sup>, Xinliang Feng<sup>2</sup>, Klaus Müllen<sup>2</sup>, Emanuele Orgiu<sup>1</sup>, Paolo Samori<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires (I.S.I.S.), 8 allée Gaspard Monge, 67083, Strasbourg, France

<sup>2</sup> Max Planck Institute for Polymer Research, Ackermannweg 10, 55124 Mainz, Germany  
gobbi@unistra.fr

Les propriétés électriques du graphène peuvent être fortement influencées par la présence de molécules physisorbées, induisant à la fois transfert de charge et dopage [1]. Dans ce contexte, la chimie supramoléculaire rend possible une modulation précise de l'effet de dopage, par la formation de monocouches auto-assemblées (SAMs) ordonnée de molécules intégrant différents groupes fonctionnels [2].

Dans cette étude, nous modulons les propriétés électriques du graphène à travers une approche supramoléculaire *ad-hoc*. Dans ce but, nous avons conçu un dérivé de diazirine photo-activable, avec une longue chaîne alkyle (fig 1a). Le groupement diazirine est photolysé efficacement, et réagit dans différents solvants [3], tandis que la présence d'une longue chaîne alkyle favorise l'assemblage sur le graphène. De manière efficace, nous incorporons de nouveaux groupements dopants dans la molécule, et nous sommes en mesure de les intégrer à une location spatiale désirée dans une matrice ordonnée, encadrée par les SAMs.

Quand les molécules sont spin-coatées sur un dispositif à base de graphène un effet de dopage mineur est mesuré. Or, si elles sont irradiées en solution, les diazirines réagissent avec le solvant, et de nouveaux groupes fonctionnels sont incorporés dans la molécule, qui induit un dopage fort du graphène (Fig. 1 b-c). Des dopages de types *n* ou *p* peuvent être obtenus en irradiant la même molécule, dans le chloroforme ou la diéthylamine, respectivement.

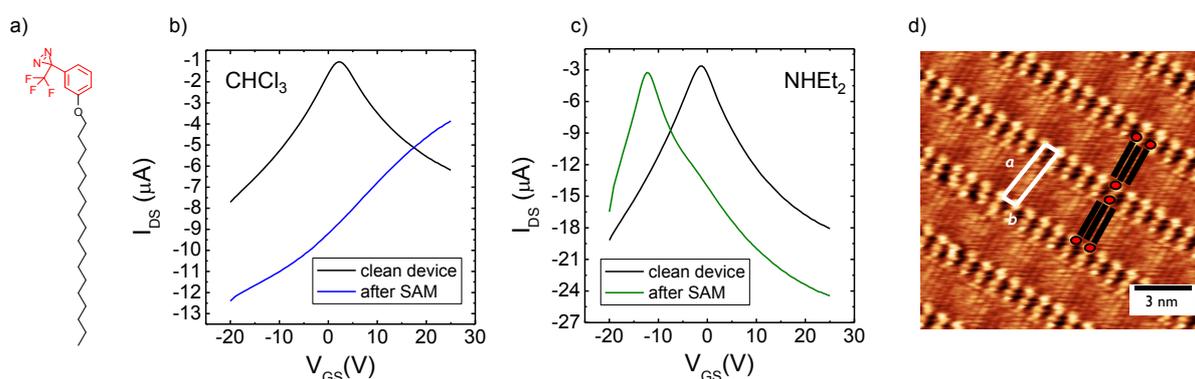


Figure 1: quand les dérivés de diazirine présentés en (a) sont irradiées dans le chloroforme ou la diéthylamine et spin-coatés sur le graphène, du dopage de type *p* ou *n* est induit sur le graphène (b-c). L'image (microscopie à effet tunnel) montre que les SAMs sont formés sur la surface (d).

Des expériences réalisées à l'air libre et à température ambiante à l'aide d'un microscope à effet tunnel, montrent la formation de SAMs ordonnées sur le graphène, avant et après la réaction induite par la lumière. (Fig 1d). De manière remarquable, l'empilement moléculaire est très similaire malgré la différence d'effet de dopage, démontrant que des changements mineurs dans la structure moléculaire peuvent induire de larges modifications dans les propriétés électriques du graphène. Ces résultats permettent de corrélérer l'ordre moléculaire à l'échelle nanométrique avec le dopage, ouvrant la voie vers la modulation contrôlée des propriétés électroniques du graphène.

[1] F. Schedin, A. K. Geim, S. V. Morozov, E. W. Hill, P. Blake, M. I. Katsnelson and K. S. Novoselov, *Detection of individual gas molecules adsorbed on graphene*, Nat. Mater. **6**, 652 (2007)

[2] B. Li, A. V. Klekachev, M. Cantoro, C. Huyghebaert, A. Stesmans, I. Asselberghs, S. De Gendt and S. De Feyter, *Toward tunable doping in graphene FETs by molecular self-assembled monolayers*, Nanoscale **5**, 9640 (2013)

[3] G. W. Preston and A. J. Wilson, *Photo-induced covalent cross-linking for the analysis of biomolecular interactions*, Chem Soc Rev. **42**, 3 (2012)