



### Décorer une nappe en graphène

Fabrice Charra : tél : 01.69.08.97.22, [fabrice.charra@cea.fr](mailto:fabrice.charra@cea.fr)

Le graphène est un cristal bidimensionnel de carbone d'épaisseur monoatomique. L'empilement de feuillets de graphène constitue le graphite de nos crayons à papier. En tant que semi-conducteur de gap nul, le graphène possède de nombreuses propriétés spectaculaires et potentiellement exploitables en opto-électronique. La modulation de ces propriétés, notamment par fonctionnalisation, est un enjeu important pour de telles applications. L'équipe de nanophotonique, en collaboration avec une équipe de chimie de l'UPMC, avait déjà développé un « mécano » moléculaire permettant de concevoir des briques de construction s'assemblant spontanément sur le graphite selon différents motifs prédéfinis. Un exemple de réalisation est un réseau nano-alvéolaire en nid d'abeille se comportant comme un tamis à l'échelle moléculaire. Lors de sa thèse, Maud Jaouen a montré que ces mêmes briques moléculaires étaient également adaptées pour un auto-assemblage

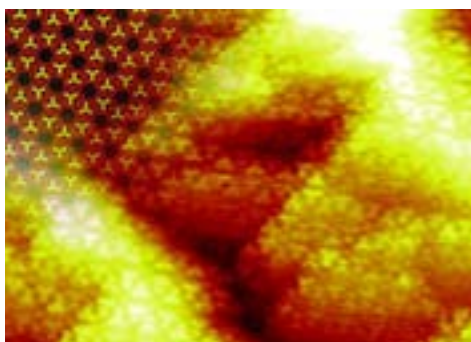


Image par microscopie à effet tunnel (STM) *in-situ* du réseau nano-alvéolaire obtenu sur un mono-feuillet de graphène CVD sur cuivre. Le modèle moléculaire, le même que celui établi pour le graphite, est superposé sur la partie supérieure gauche de l'image.

sur le graphène. Elle a par exemple déposé un réseau nano-alvéolaire sur du graphène, réalisé par CVD sur un substrat de cuivre. L'image par STM *in-situ* montre que le réseau moléculaire obtenu suit la nappe de graphène avec une commensurabilité de précision atomique qui reste cohérente en traversant les rugosités du substrat. Cette découverte ouvre de nombreuses perspectives. En effet, le feuillet de graphène CVD peut être transféré sur de nombreux substrats, tels que la silice ou l'or, beaucoup plus intéressants que le graphite pour les applications opto-électroniques. Par exemple, on pourrait moduler dynamiquement les propriétés du graphène par photo-activation de molécules photochromes. De même, l'auto-assemblage de molécules fluorescentes sur des guides d'ondes de plasmon-polaritons pourrait conduire à la réalisation de nano-lasers.



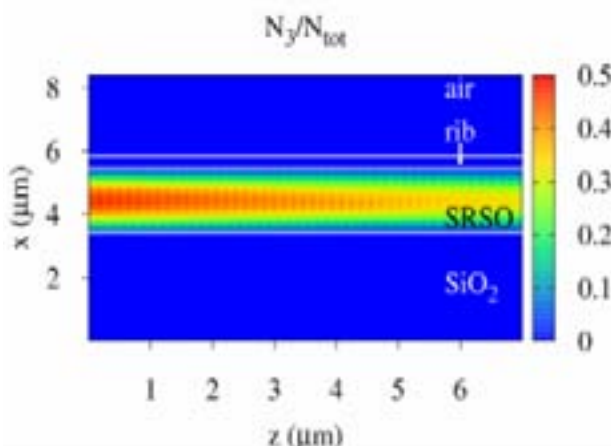
### Modélisation multi-échelle du champ électromagnétique dans des guides d'ondes amplificateurs optiques

Alexandre Fafin : tél : 02.31.45.26.64, [alexandre.fafin@ensicaen.fr](mailto:alexandre.fafin@ensicaen.fr)

Julien Cardin : tél : 02.31.45.26.64, [julien.cardin@ensicaen.fr](mailto:julien.cardin@ensicaen.fr)

L'équipe Nimpha a développé un nouvel algorithme basé sur la méthode ADE-FDTD (équations différentielles auxiliaires et différences finies dans le domaine temporel). Cet algorithme permet de modéliser la distribution spatiale du champ électromagnétique (CEM) et des populations des niveaux électroniques dans leurs états stationnaires dans un guide d'onde optique actif sous condition de pompage optique en co-propagation avec le signal à amplifier. Nous avons ainsi résolu le problème lié aux temps caractéristiques multi-échelles (temps de vie de 100ps à 5ms, période du CEM  $10^{-15}$ s). Notre algorithme permet une réduction drastique du nombre d'itérations pour atteindre un état stationnaire global en  $10^5$  itérations seulement, au lieu de  $10^{15}$  itérations avec la méthode classique. En outre, nous avons proposé une méthode efficace pour calibrer les largeurs de raie des transitions consi-

dérées en fonction de la section efficace d'absorption expérimentale, ce qui rend possible une comparaison entre les études théoriques et expérimentales. Nous avons appliqué notre nouvel algorithme à l'étude d'un guide d'ondes planaire de type ruban dont la couche active est constituée d'un oxyde de silicium riche en silicium et est dopée avec des nanograins de silicium et des ions  $Nd^{3+}$ . Avec les paramètres physiques tels que la section efficace d'absorption entre  $10^{-20}cm^2$  et  $10^{-19}cm^2$  et des concentrations en accord avec la littérature et nos propres expériences, nous avons prédit un gain brut linéique dans la gamme  $0,36 dB.cm^{-1}$ - $3,6 dB.cm^{-1}$ . La méthode développée ici est généralisable à l'étude des états stationnaires d'autres systèmes présentant des temps caractéristiques très différents.



Vue en coupe de la distribution de population excitée sur la population totale dans un guide d'onde ruban avec une couche active contenant des nanograins de Si et du Néodyme.

