



# Spectre de photoluminescence de nanotubes de carbone

Morgane Gandil

Université Bordeaux 1

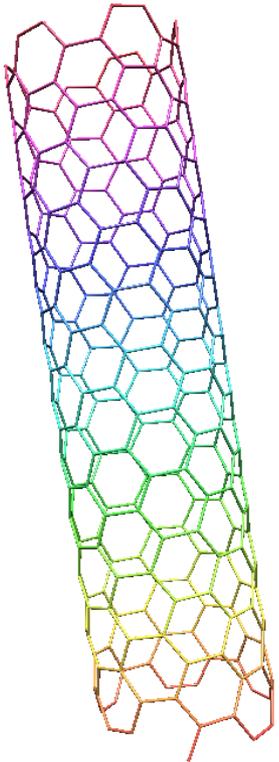
Laboratoire Photonique, Numérique et Nanosciences

Talence, le lundi 25 juin 2012

# Contenu de la présentation

- Introduction générale et objectif du stage
- Présentation du protocole expérimental et des résultats obtenus
- Conclusion sur l'intérêt des nanotubes de carbone et de leur caractérisation

# Qu'est-ce qu'un nanotube de carbone ?



Feuillet de graphène enroulé sur lui-même

## Dimensions

Diamètre  $\approx$  nm

Longueur  $\rightarrow$  mm

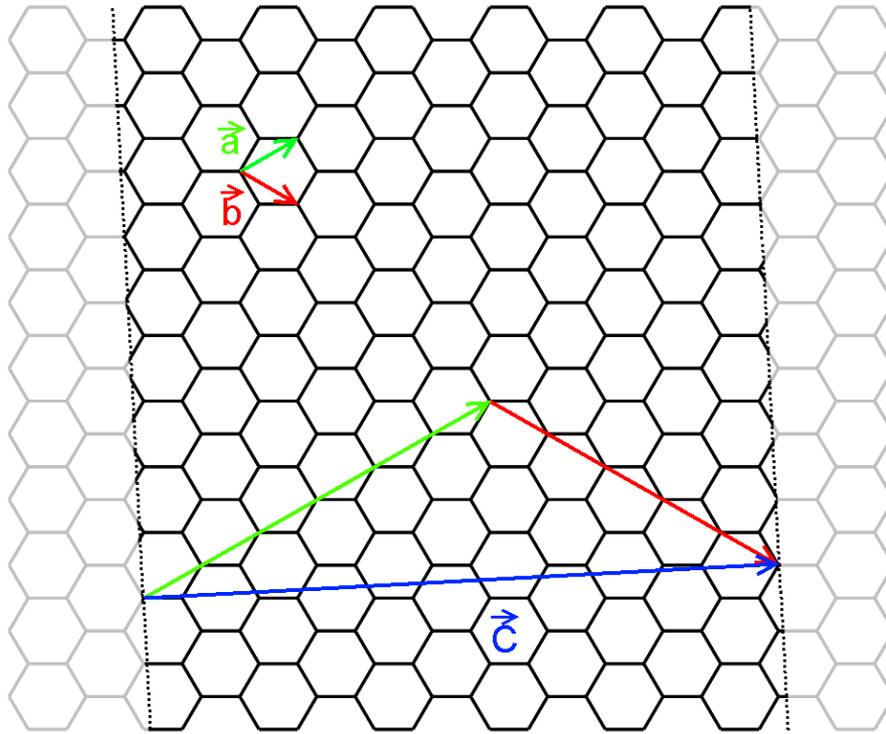
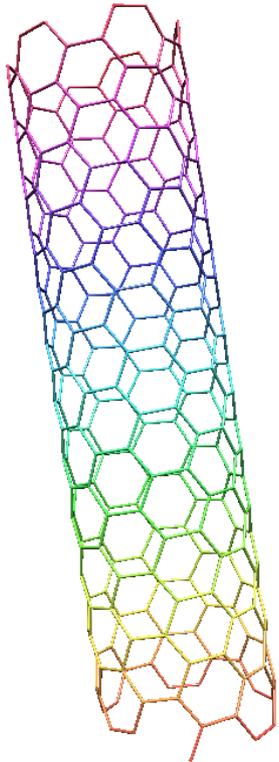
## Propriétés remarquables

Système 1D

Hautes conductivités thermique et électrique

Propriétés mécaniques exceptionnelles

# Propriétés structurelles



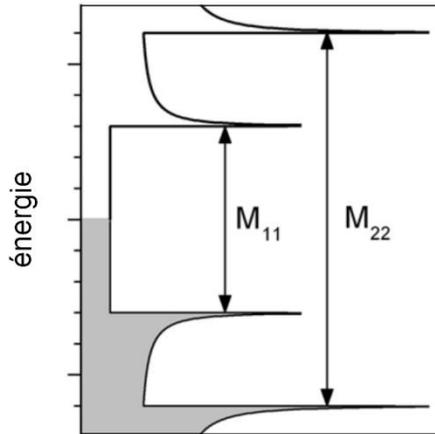
Cas d'un nanotube (6,5)

Conventions du système de désignation des types de nanotubes :

Indices chiraux  
 $(n, m)$

Vecteur chiral  
 $C = na + mb$

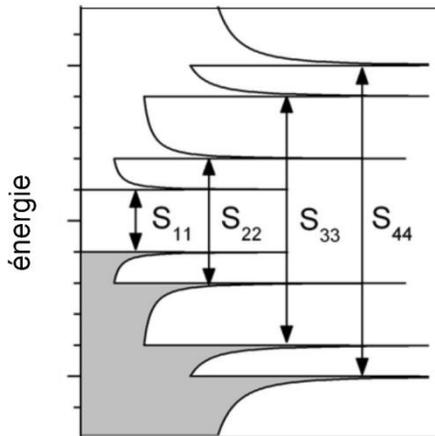
# Propriétés électroniques et optiques



Nanotube métallique

$$2n + m \equiv 0 [3]$$

Non luminescent



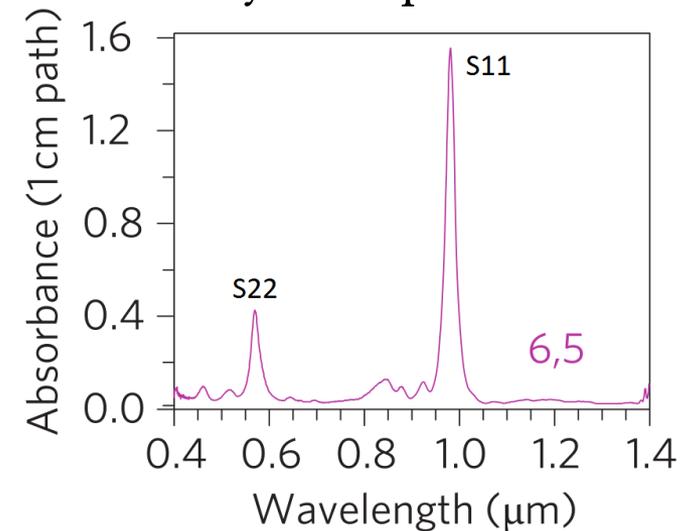
Nanotube  
semiconducteur

$$2n + m \equiv 1 \text{ ou } 2 [3]$$

Seule la  $S11$  est  
luminescente

DOS

Transitions optiques  
autorisées → entre  
singularités de Van Hove  
symétriques



S. GHOSH et al., Nat Nano, p. 443–450, juin 2010

# Objectif expérimental

Mesure de la section efficace d'absorption des nanotubes (6,5) @ S22 :

Etat de l'art      mesures **d'ensemble** (Islam , Zheng, Carlson, Shoppler...)  
                          mesures **indirectes** sur **nanotube individuel** (Berciaud...)

Objectif            mesure **directe** sur **nanotube individuel**

Problématique du stage :

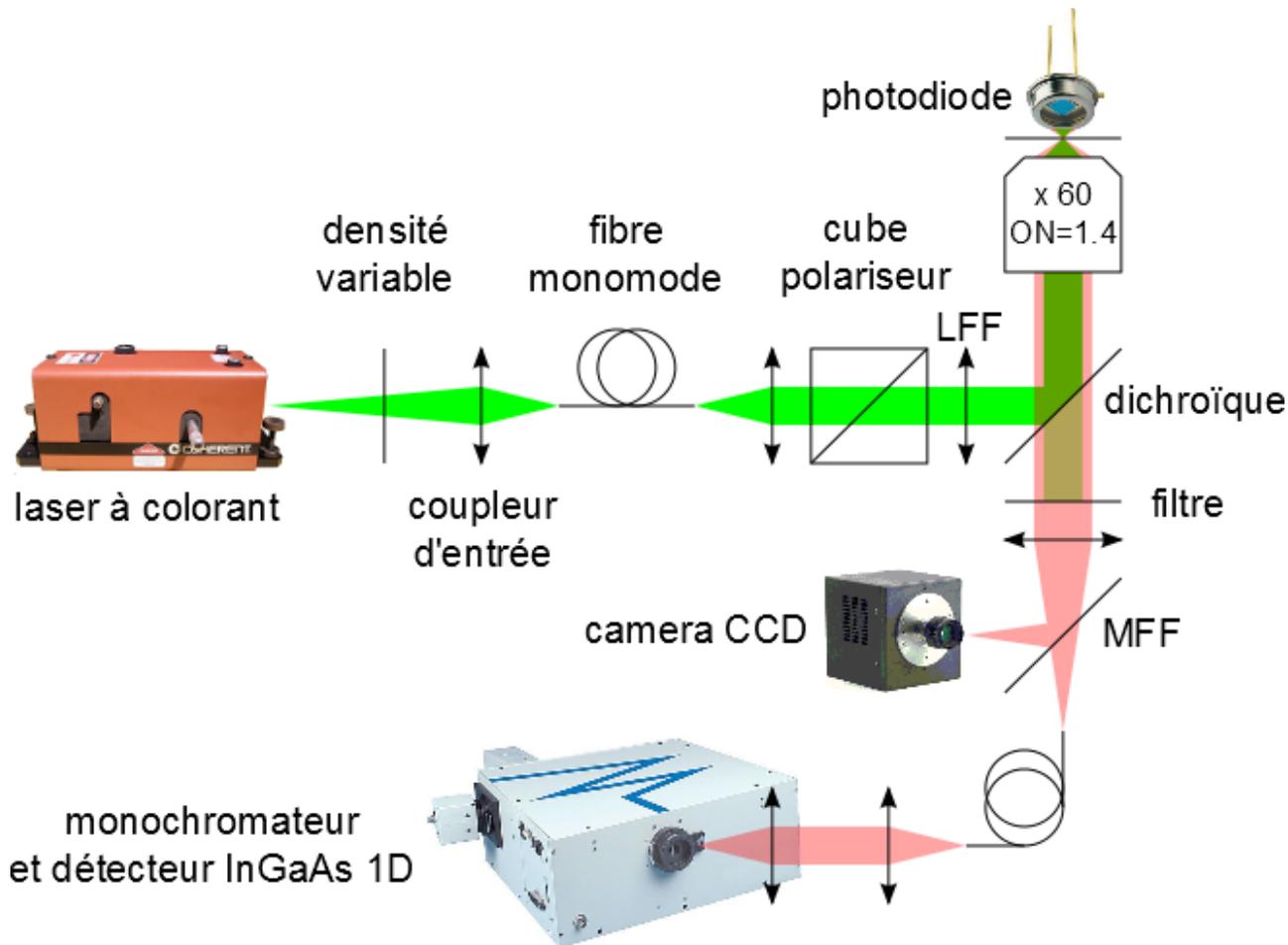
Mesure déjà effectuée à  $\lambda_0 = 561\text{nm}$

Nécessité de transposer ce résultat à la longueur d'onde exacte de la S22.

$$\text{CSR} = \frac{\sigma_{\text{abs}}}{\sigma_{\text{abs}}(\lambda_0)} = \frac{L(\lambda_{\text{max}})}{L(\lambda_0)}$$

⇒ Spectre d'Excitation de la PhotoLuminescence (PLE)

# Dispositif optique (setup de PLE)



Plage d'excitation

laser :

540 à 600 nm  
(Rhodamine 560  
pompée laser Ar)

Spectre de

luminescence :

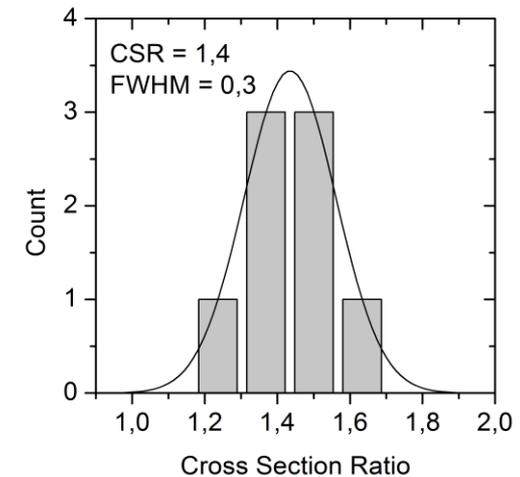
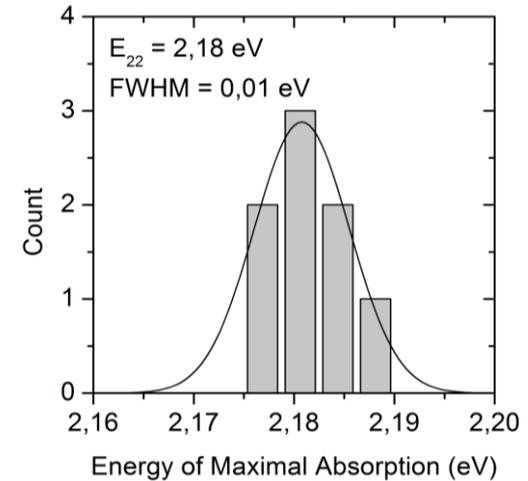
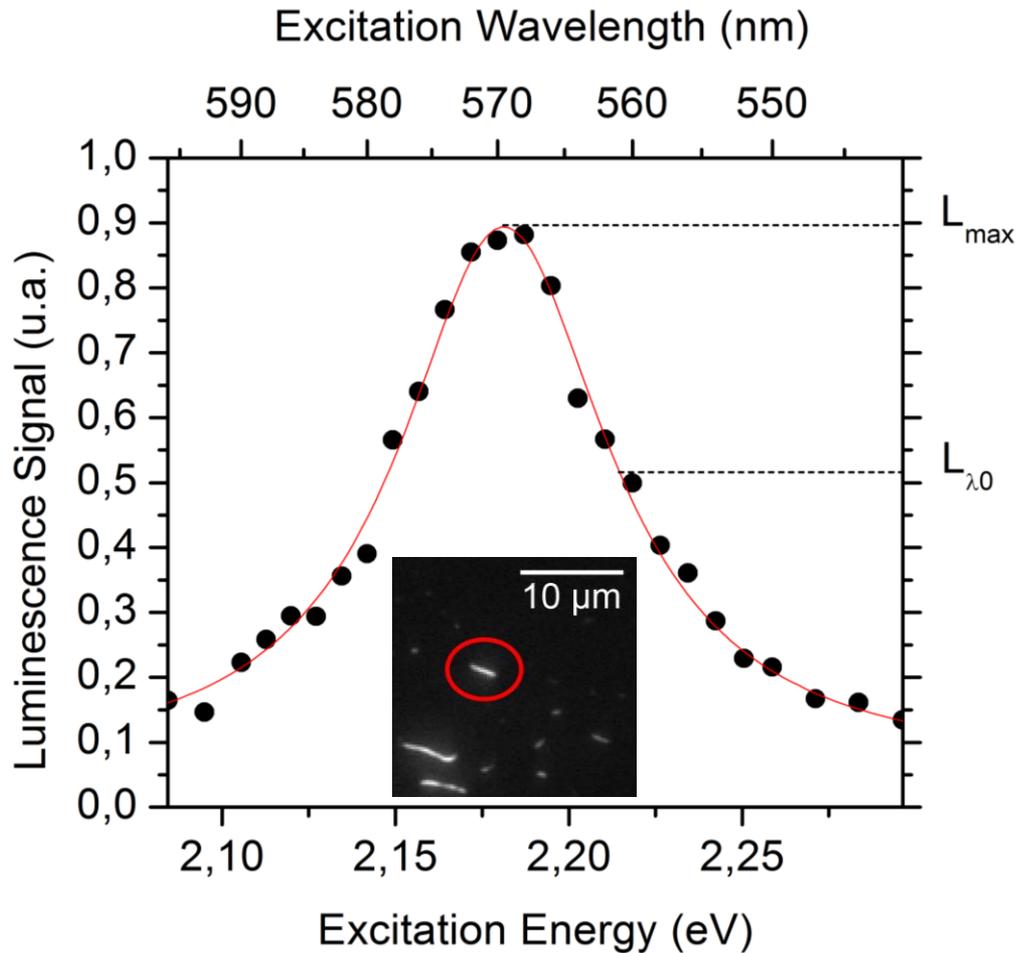
Camera CCD

Identification des

nanotubes :

Spectromètre à  
réseau

# Analyse des spectres de PLE



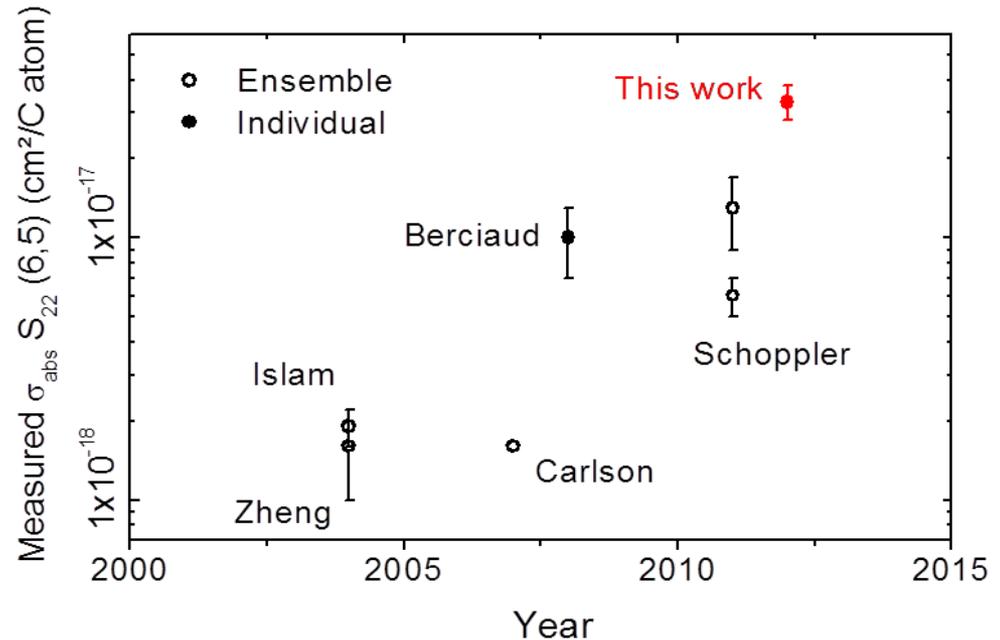
# Section efficace d'absorption

Valeur de la section efficace  
d'absorption des nanotubes (6,5)

@ S22 :

$$\sigma_{\text{abs}} = (3,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-17} \text{ cm}^2 / \text{C atom}$$

(3x supérieure à la précédente  
détermination obtenue par le  
groupe en 2008)



- M. F. ISLAM et al., Phys. Rev. Lett., juil. 2004  
M. ZHENG et al., J. Am. Chem. Soc., nov. 2004  
L. J. CARLSON et al., Nano Lett., nov. 2007  
S. BERCIAUD et al., Nano Lett., août 2008  
F. SCHOPPLER et al., J. Phys. Chem. C, juin 2011

# Applications technologiques

## Dispositifs photovoltaïques à base de nanotubes de carbone :

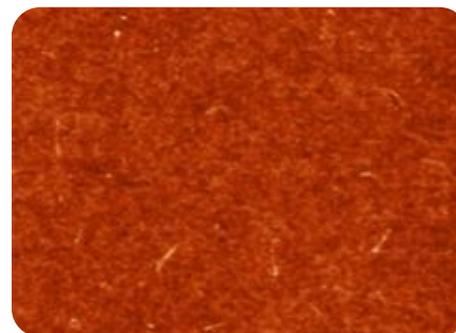
- Section efficace d'absorption élevée
- Conduction électrique élevée

⇒ **Bon rendement photovoltaïque**

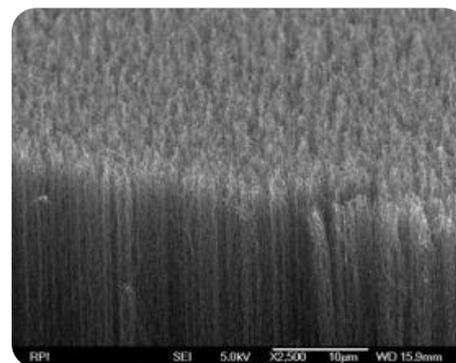
## Matériau « hyper-sombre » développé à l'Université Rice :

- Section efficace d'absorption élevée

⇒ **Très faible réflectivité**



R. JAIN et al., Advanced Materials, 2012



Zu-Po YANG et al., Nano Lett., 2008

Merci de votre attention.

Merci à Philippe TAMARAT, Laurent COGNET, Laura OUDJEDI et tout le groupe Nanophotonique.