



Emmanuel FLAHAUT  
DR CNRS



# Carbon nanomaterials: Carbon nanotubes and "graphene-related" compounds



Synthesis, purification, functionalisation, 1D-nanocrystals, nanocomposite materials, applications, toxicity & environmental impact



# L'IC CIRIMAT



**L'Institut Carnot CIRIMAT mène des recherches sur les grandes familles de matériaux**

(Métaux et alliages, Céramiques, Polymères, Composites)

**De la recherche fondamentale vers le transfert de technologie**

Conception et élaboration de matériaux originaux

Propriétés physico-chimiques

Propriétés d'usage

Valorisation - Transfert de technologie



230 personnes (110 permanents)

Financement annuel (hors salaires) : environ 4 M€

Production (scientifique) annuelle moyenne :

120 articles, 50 proceedings, 220 communications, 6 brevets



- ▶ Nanocomposites & Carbone Nanotubes
- ▶ Phosphates, Pharmacotechny, Biomaterials
- ▶ Mixed Valence Oxides
- ▶ Coatings & Surface Treatments
- ▶ Surface: reactivity, protection
- ▶ Mechanics, Microstructure, Oxidation, Corrosion
- ▶ Physics of Polymers

Powders; Metal/Oxide;  
Applications of NTC;

Biomaterials; Powder; Chimie douce;  
Drug delivery; Applications of phosphates

Powder; Thin layers; PVD; Sol-gel; New phases  
with original properties; Information storage

Electrodeposition; Sol-gel; Barriers against corrosion,  
oxidation, wear; Surface functionalization;

CVD; Protective coatings; Functional films;  
Inhibitors; Organic coatings; Enrobing; Corrosion;

Solide/solide interface; Mechanics-chemistry coupling;  
HT oxidation; Plasticity; Durability; Modeling;

Polymers; Organic composites; Biopolymers;  
Physical aging; Transitions/relaxations

## Principaux axes applicatifs développés :

Transports (aéronautique, spatial, terrestre)

Électronique (et systèmes embarqués)

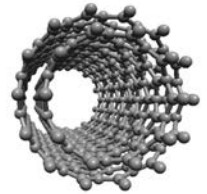
Énergie (stockage, transport, conversion)

Environnement & développement durable

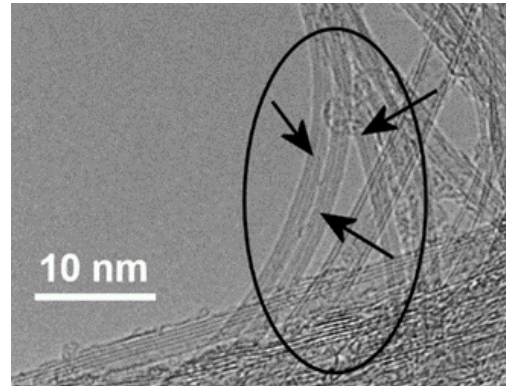
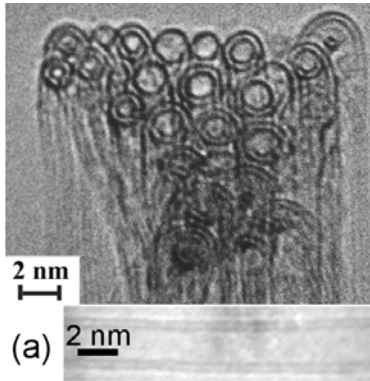
Santé (applications thérapeutiques et diagnostiques)

# 5 principaux axes de recherche

<http://eflahaut.nano.free.fr>



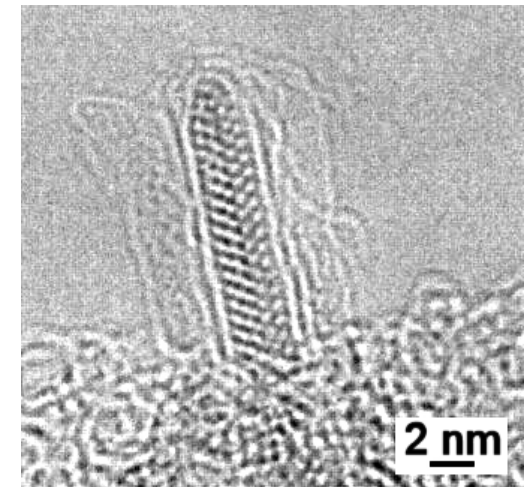
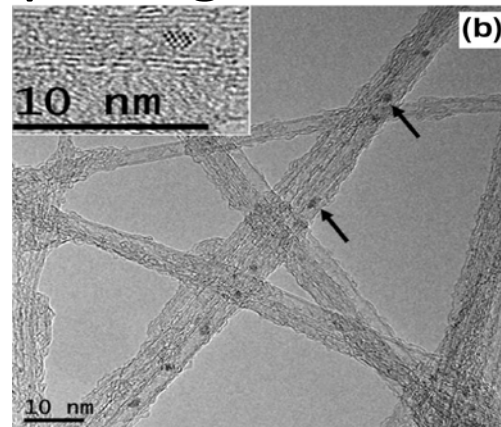
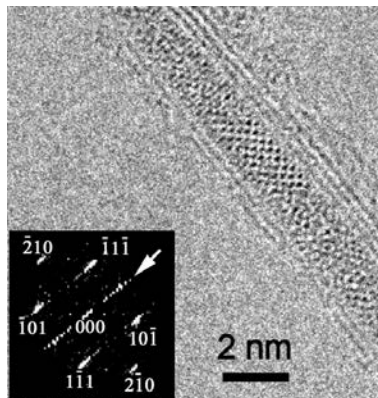
- Synthèse CCVD de DWNT



→ "gram-scale",  
80% DWNT

→ > 130 publications  
liées à **ce sujet** à ce jour

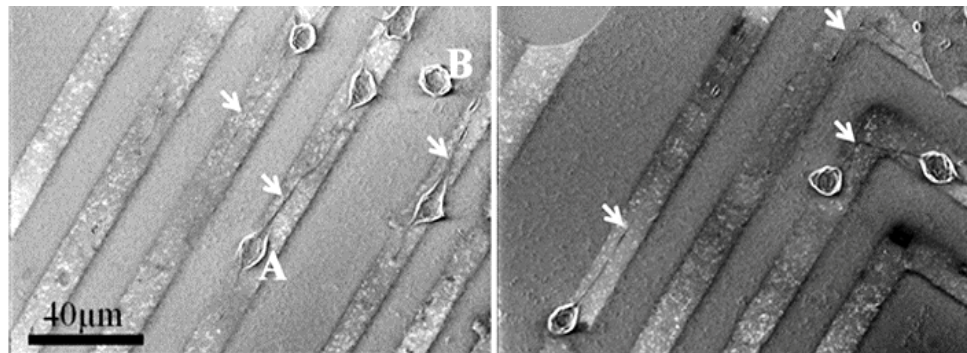
- Synthèse de nanocristaux 1D confinés dans des NTC, remplissage



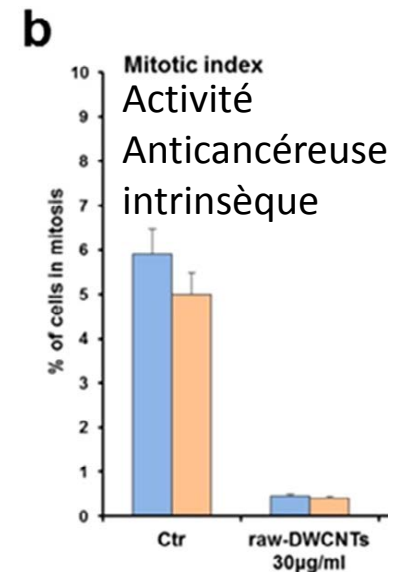
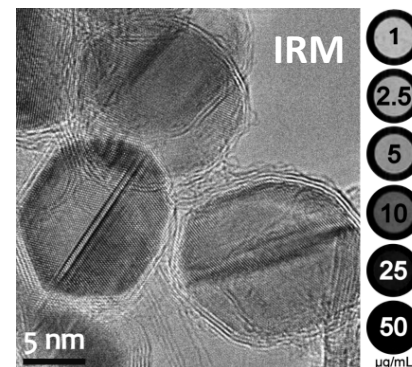
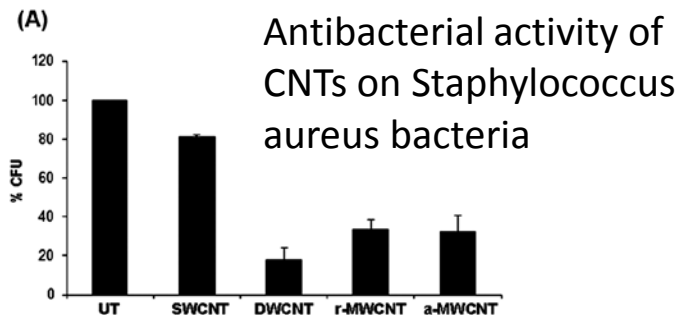


# 5 principaux axes de recherche

- Purification (résidus catalytiques, carbone indésirable) des échantillons de NTC et fonctionnalisation
- Toxicité et écotoxicité des NTC
- Applications biomédicales (potentielles) des NTC



Guidage de neurones



# Piste de développement la plus prometteuse et pourquoi?



- Les NTC biparois présentent un **potentiel unique**, de par leurs propriétés intrinsèques mais encore plus au travers de leur **fonctionnalisation**, externe (greffage) et/ou interne, dans des domaines d'application très larges (capteurs ultrasensibles, catalyse, nanomatériaux, etc.)

- Graphene



GRAPHENE FLAGSHIP



WP2 : santé et environnement

# Plateaux scientifiques dont on doit se doter pour réussir



- Plateforme de **caractérisation "nano"**, en particulier autour de la microscopie électronique HR et des techniques associées (EELS, diffraction électronique, XANES, etc.), **techniques spectroscopiques** (Raman, optique, etc.) "haute résolution"



- **Imagerie** (fluorescence intrinsèque dans le PIR pour les NTC, biphoton, etc.)



# Partenariats incontournables



- Un réseau de **collaborations** avec des biologistes et des médecins mais aussi des physiciens
- Ce réseau doit inclure des liens avec la **formation** (échanges d'étudiants, en particulier des doctorants qui assurent la continuité des travaux)
- Des **partenariats industriels** pour le développement réel des applications envisagées
- Des financeurs (nanocarbone "malmenés" par l'ANR en 2014)