

# MODIFICATIONS DE SURFACE DES NANODIAMANTS : COMPRÉHENSION DES MÉCANISMES D'ÉCHANGES ÉLECTRONIQUES ET MISE EN ÉVIDENCE D'UN EFFET THÉRAPEUTIQUE

**Tristan Petit**

**Directeur de thèse : Jean-Charles Arnault**

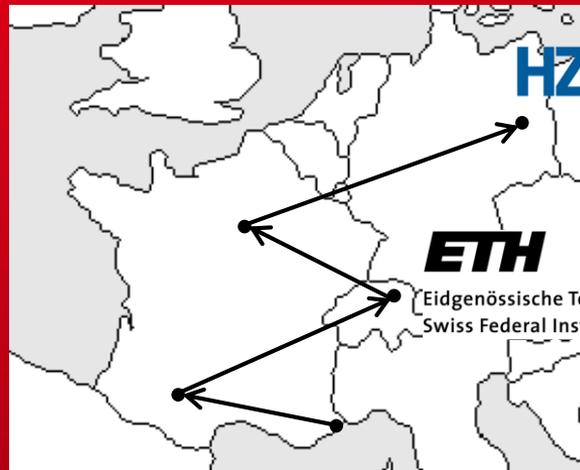
**Co-directeur de thèse : Philippe Bergonzo**

**Encadrant : Hugues Girard**

Laboratoire Capteurs Diamant

## Parcours

- **2006:** Lycée Masséna, Nice: MPSI-MP
- **2010:** ISAE-Supaéro, Toulouse: Diplôme d'ingénieur
- **2010:** ETH Zurich, Suisse: Master of Science (double diplôme)
- **2013:** ENS Cachan/CEA Saclay: Doctorat
- **Depuis Juin 2013:** HZB, Berlin: postdoc (Alexander von Humboldt)



- Taille nanométrique (~5nm)
- Faible toxicité
- Surface fonctionnalisable
- Stabilité colloïdale

### Nanodiamants (NDs)

Diagnostic

Centres luminescents (N-V)

Imagerie magnétique (Gd-NDs)

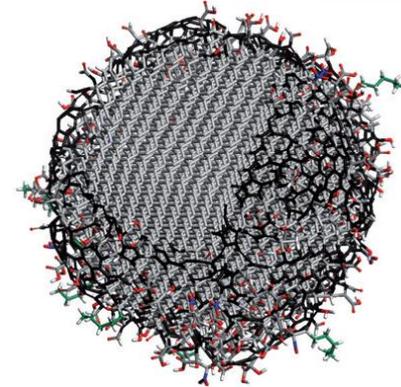
Délivrance de médicaments

Adsorption électrostatique

Greffage covalent

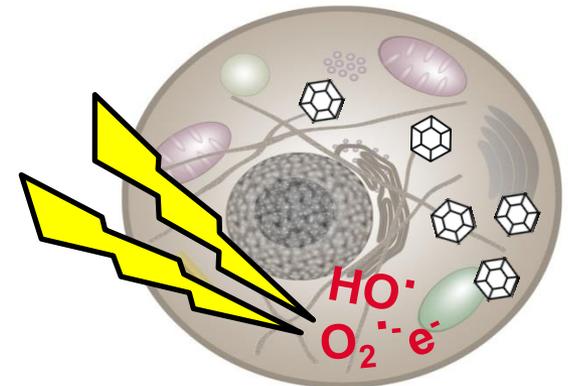
Thérapie

???



Mochalin et al.  
*Nature Nano*, 2012.

### Radiothérapie



**Limitation:** ~~Radioresistance~~  
des cellules tumorales

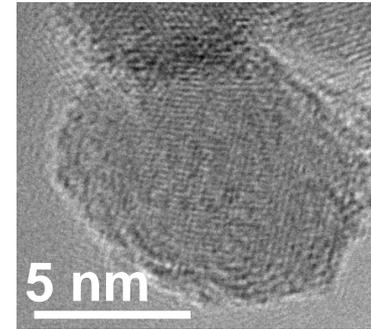
**Utilisation des NDs pour des applications thérapeutiques ??**

# POURQUOI LES NANODIAMANTS ?

## Coeur diamant

- Forte densité atomique
- Semiconducteur grand gap
- Affinité électronique négative (diamant hydrogéné)

Émission  
d'électrons  
solvatés



## Chimie de surface optimisée pour l'émission d'électrons

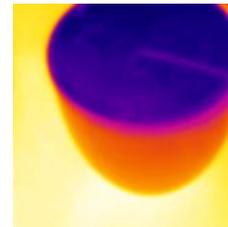
- Hydrogénation



Plasma H<sub>2</sub>  
15min  
T° > 700°C

Girard et al, *Phys Chem Chem Phys*, 2011  
Arnault et al, *Phys Chem Chem Phys*, 2011

- Graphitisation de surface



Recuit sous vide  
1h  
700°C < T < 900°C

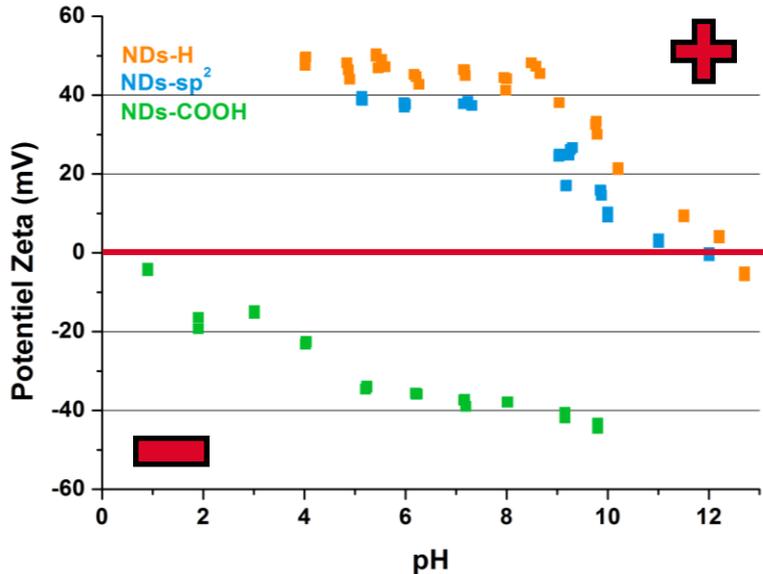
Petit et al, *Phys Rev B*, 2011

## Bonne stabilité colloïdale dans l'eau



Petit et al, *Nanoscale*, 2012  
Petit et al, *Nanoscale*, 2013

## Transfer électroniques dans l'eau



## Validation *in vitro* sur cellules tumorales rénales humaine Caki-1

## Radiosensibilité x3 pour 10 µg/ml NDs-H

Petit et al, Demande de brevet N° 1256781, 2012

Petit et al, *Proc IEEE Nano*, 2013

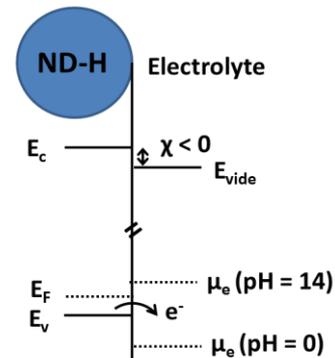
Grall et al, under review



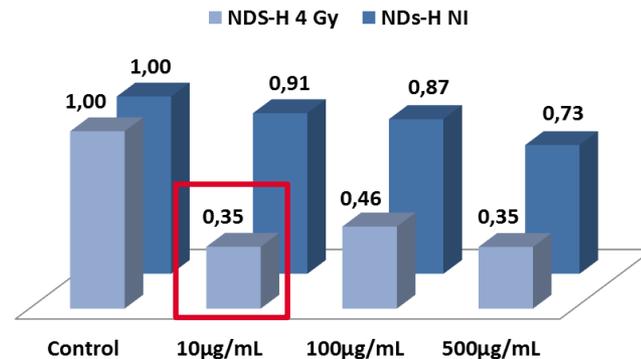
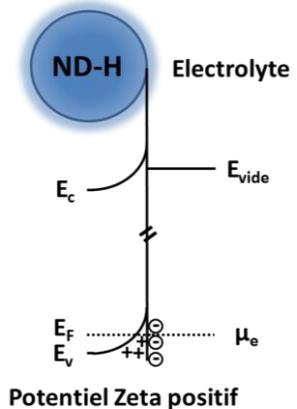
Petit et al, *Nanoscale*, 2012

Petit et al, *Nanoscale*, 2013

Avant équilibre



Après équilibre  
pH = 7



Indice cellulaire 96h après exposition aux NDs et irradiation gamma (4 Gy)

## CEA-LIST

- Jean-Charles Arnault
- Hugues Girard
- Céline Gesset
- Nicolas Vaissière
- Adeline Trouvé
- Mathilde Combis-Schlumberger
- Samuel Saada
- Guillaume Palissier
- Bertrand Bazin
- Philippe Bergonzo

## CEA-DSV

- Romain Grall
- Sandrine Morel-Altmeyer
- Vincent Paget
- Jacques-Aurélien Sergent
- Sylvie Chevillard

## Mines Paris Tech

- Mohamed Sennour

## Physic Institute Prague

- Stepan Stehlik
- Bohuslav Rezek

## National Dong Hwa University

- Chia-Liang Cheng

## IC<sub>2</sub>MP, Université de Poitiers

- Isabelle Batonneau-Gener

# Merci pour votre attention