

## Introduction

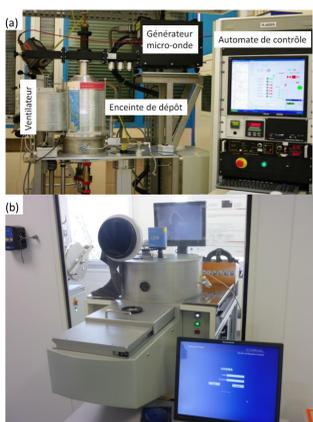
Du fait de ses propriétés mécaniques, thermiques ou électroniques extrêmes (haute conductivité thermique, fort champ de claquage, mobilités des porteurs importantes ...), le diamant présente un fort potentiel technologique. Néanmoins ces propriétés dépendent fortement de la nature et de la concentrations des impuretés et des défauts intentionnellement ou non intentionnellement incorporés dans sa mailles.

Certains défauts ponctuels, comme les centres NV les centres SiV et les centres GeV, peuvent être désirables pour les technologies quantiques et d'autres, comme les dislocations, peuvent compromettre son utilisation pour certaines applications électroniques et optiques. L'ingénierie et le contrôle de la densité et de l'orientation de ces défauts devient alors une priorité scientifique. Pour répondre à cette attente, la reprise de croissance sur des nanostructures diamant est fortement utilisée, Néanmoins, la création de ces nanostructures peut nécessiter le recours à des techniques de masquage et de gravure lentes et complexes.

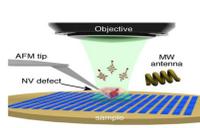
Dans ce travail, nous rapportons une méthode simple et rapide de nanostructuration du diamant basée sur l'utilisation de nanosphères de silice (SiO<sub>2</sub>) associée à la gravure ICP (Inductively Coupled Plasma) pour la réalisation de nanopiliers diamant de différentes tailles ( $\phi=100$  nm, 200 nm et 2  $\mu$ m). La reprise de croissance au dessous de ces nanostructures a révélée l'incorporation de défauts tels que les centres SiV et les centres GeV.

## Matériel et méthodes

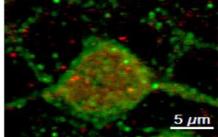
Réacteur de Dépôt CVD (a) et le système de gravure ICP (b) utilisé dans cette étude



Magnétométrie et information quantique



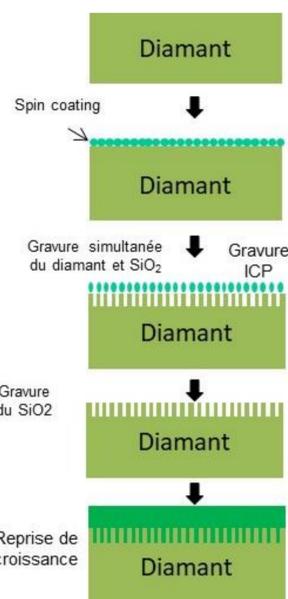
Biomarqueur à base de centre NV



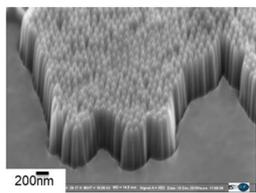
Quelques applications des centres colorés dans le diamant

Principe de la méthode de nanostructuration

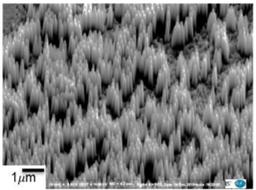
Contrôle de la taille des structures



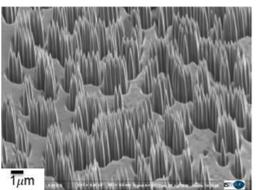
$\phi_{billes}=100$ nm  
 $\phi_{piliers}=100$ nm  
 $h_{piliers}=500$ nm



$\phi_{billes}=200$ nm  
 $\phi_{piliers}=200$ nm  
 $h_{piliers}=1\mu$ m



$\phi_{billes}=400$ nm  
 $\phi_{piliers}=400$ nm  
 $h_{piliers}=2\mu$ m



paramètres

Spin coating

vitesse: 8000 rpm  
 Acceleration: 4000 rad.s<sup>-2</sup>  
 Temps de rotation: 50s

Gravure ICP

Gravure diamant et SiO<sub>2</sub>  
 O<sub>2</sub>/CHF<sub>3</sub>  
 RF= 280 W  
 ICP=500 W  
 t= depend de la taille des particules

Gravure SiO<sub>2</sub>

O<sub>2</sub>/CHF<sub>3</sub>  
 RF= 150 W  
 ICP=400 W  
 t= depend de la taille des particules

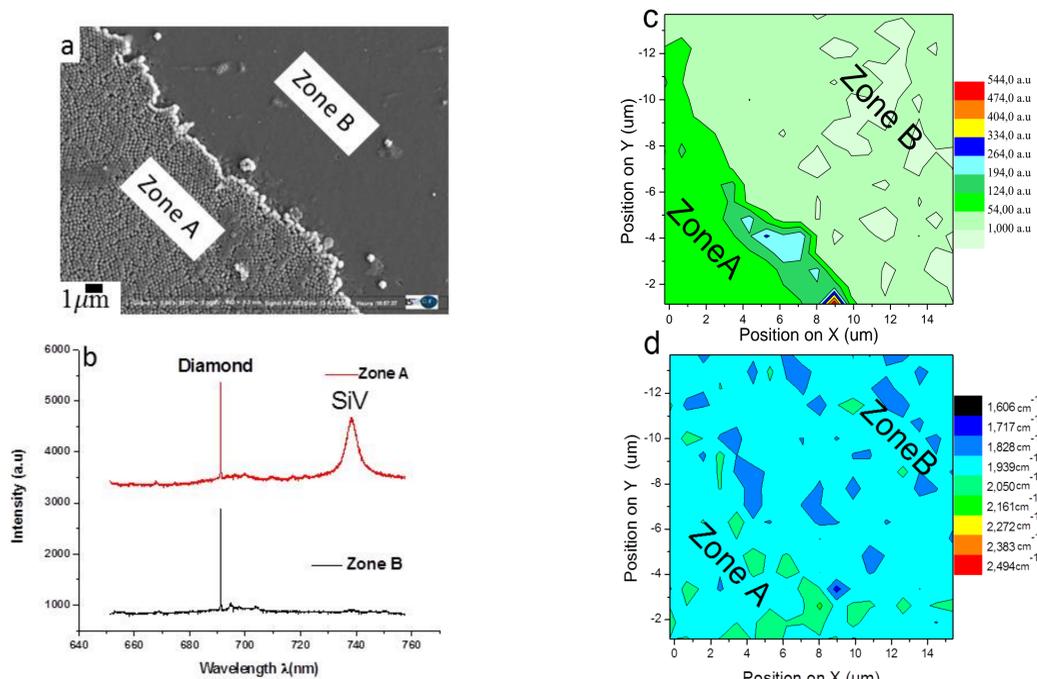
Reprise de croissance

CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>=10/240 Scm  
 P=100 mbar  
 MW=1500 W  
 T=870 C°  
 t= 5min

## Résultats

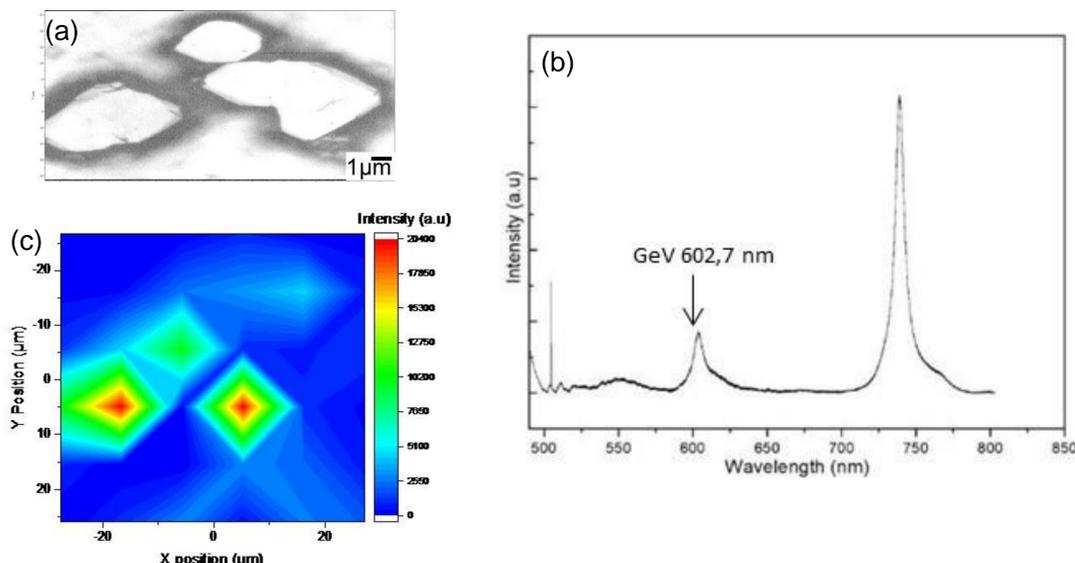
### Nanostructuration et incorporation des centres photoluminescents

#### 1. Centre SiV



Images MEB et analyse Raman de deux zones A et B d'un échantillon monocristallin après reprise de croissance, respectivement zone A et B avec est sans piliers. (a) image MEB des deux zones, (b) spectre Raman des zone A et B, (c) mapping du pic SiV (737nm) au dessus des zones A et B, (d) mapping du pic diamant (1332cm<sup>-1</sup>) des zones A et B.

#### 2. Centre GeV



Images optique de micropiliers diamant après une reprise de croissance CVD avec une source solide de Ge à côté du film (a). Spectre PL de cette (b). mapping du pic GeV (602,7nm) au dessus de cette zone (c).

☺ La présence de nanostructures conduit à une incorporation préférentielle des centres colorés (ici SiV et GeV) sans affecter la qualité du diamant

## Bilan et perspectives

La stratégie de nanostructuration développée permet de fabriquer des nanostructure de différentes tailles sur le diamant monocristallin et nanocristallin pour un faible coût et en un temps record. La reprise de croissance sur les nanopiliers diamant a révélé la création de centres SiV et GeV dans la maille diamant sans la modification de la qualité cristalline de ce dernier.

Des travaux sont en cours pour l'étude de l'efficacité de cette technique dans la création et la localisation des centres NV et GeV, ainsi que le contrôle de leur densité et leur orientations cristalline pour des futures applications dans les technologies quantiques.

Ces travaux se déroulent dans le cadre du projet DIAMWAFEL N° : ANR-15-CE08-0034-03, financé par l'ANR et la DGA



Contact  
 +33 (0)1 49 40 39 01 -  
 lahcene.mehmel@lspm.cnrs.fr  
 www.lspm.cnrs.fr

8<sup>ème</sup> colloque scientifique SEAM  
 02 Décembre 2019

LSPM CNRS UPR 3407 Université  
 Paris 13, Sorbonne Paris Cité  
 99 Avenue J.-B. Clément, 93430  
 Villetaneuse, France  
 Fax : +33 (0)1 49 40 34 14