

# Dépôt billes In et InP sur réseaux

## Plan

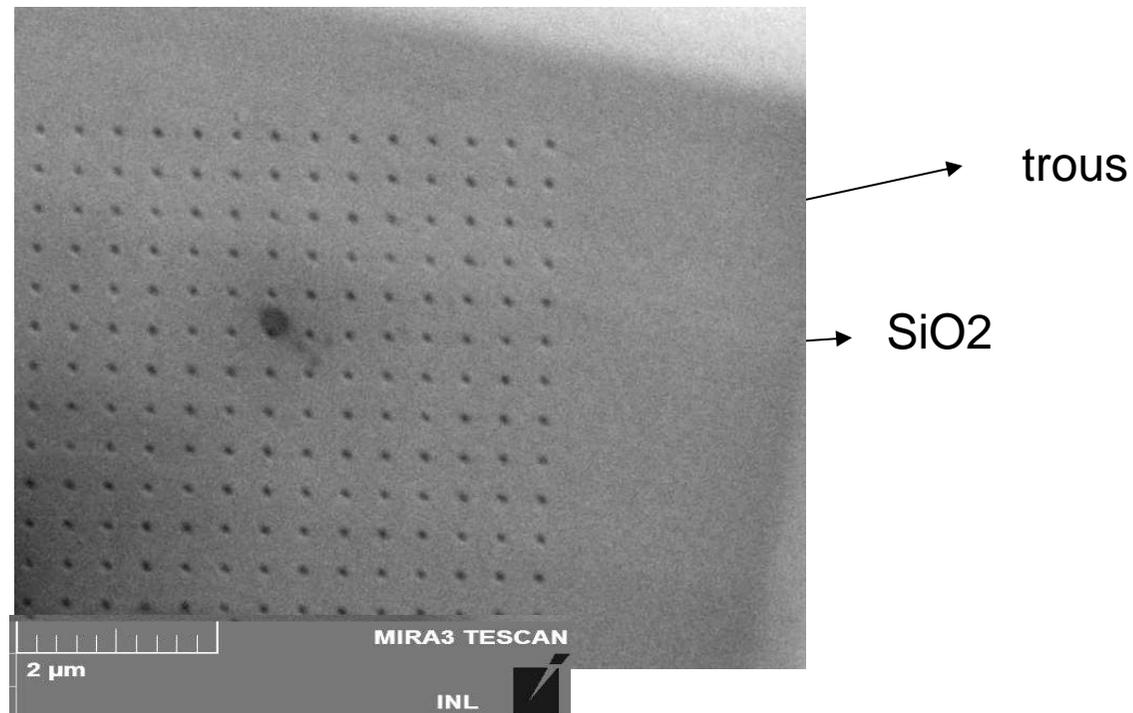
- Objectif
- I: dépôt billes In
- Traitement chimique\_préparation substrats
- Effet température dépôt: 320-420-440-460°C
- Effet épaisseur: 6-12 ML
- Comparaison dépôt In sur In/SiO<sub>2</sub>/Si et sur In/Si(001)
- II: croissance

# Dépôt billes In sur réseau trous dans la silice/Si(111)-Si(001)

Objectif: localisation de la croissance des NFs d'InP avec  
contrôle de la taille (diamètre) et périodicité des trous

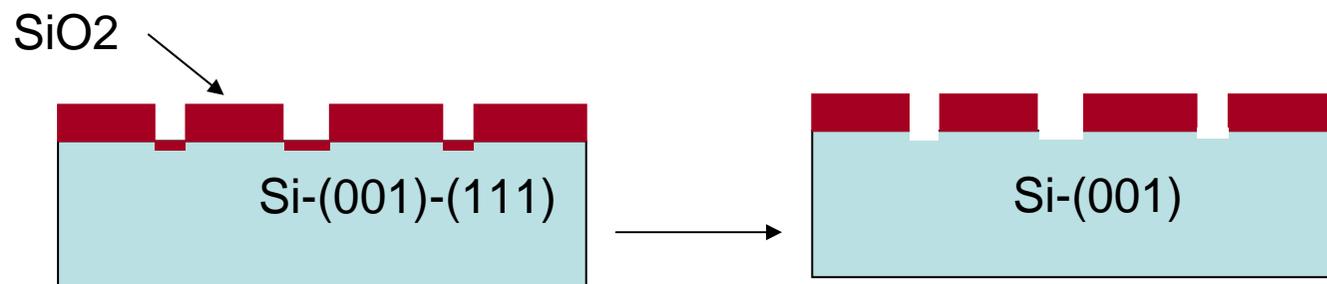
After resine removal  
and HF treatment

« pas » de 400 nm



# Dépôt billes In sur réseau:

- Traitement chimique\_ préparation substrats
  - Acetone+ ethanol, eau DI (dissolution résine de découpe)
  - Plasma 400 W (résidus carbonés)
  - HF dilué 1% pendant 2' environ (recette JCH): mettre le fond des trous à « nu »

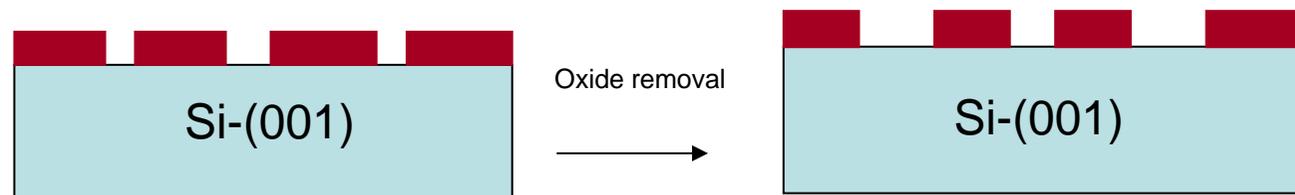


# Dépôt billes In sur réseau

- Réseau de trous avec différent « pas »: 200 nm
- 400 nm 600nm, 800 nm
- Diamètre des trous : 30-50-70 nm

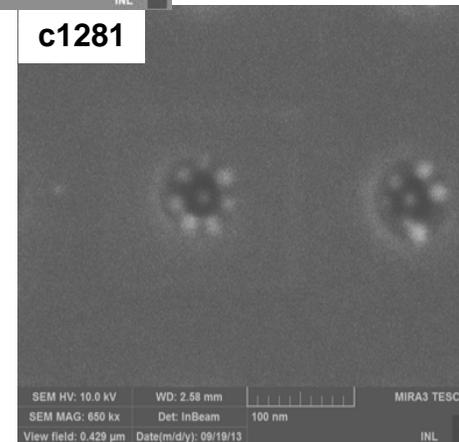
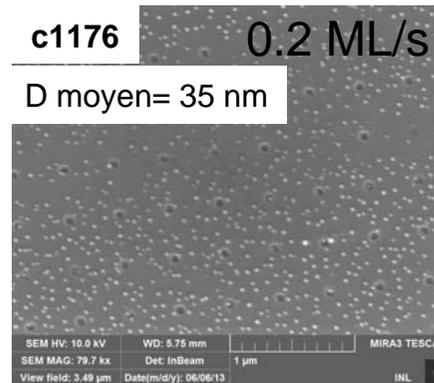
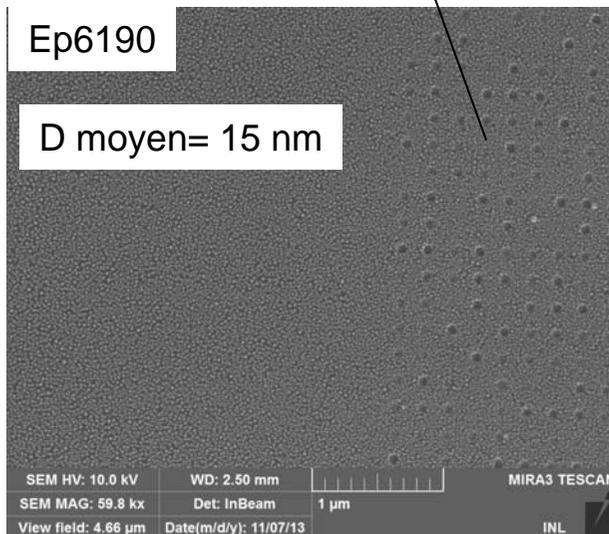
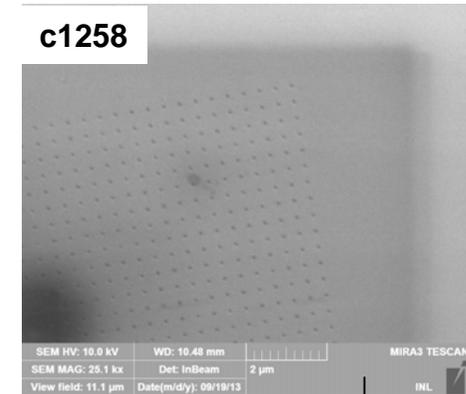
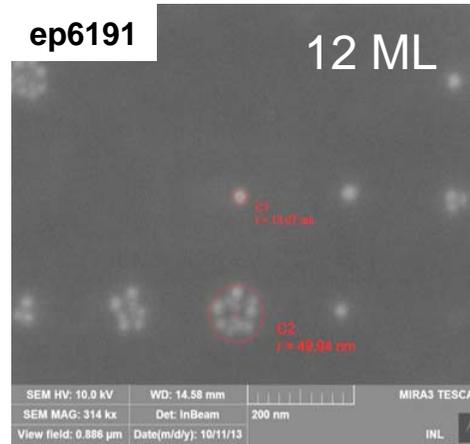
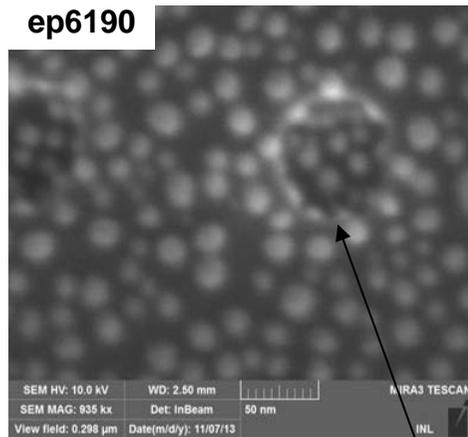


- On observe un élargissement latéral des trous après traitement HF: taille inhomogène



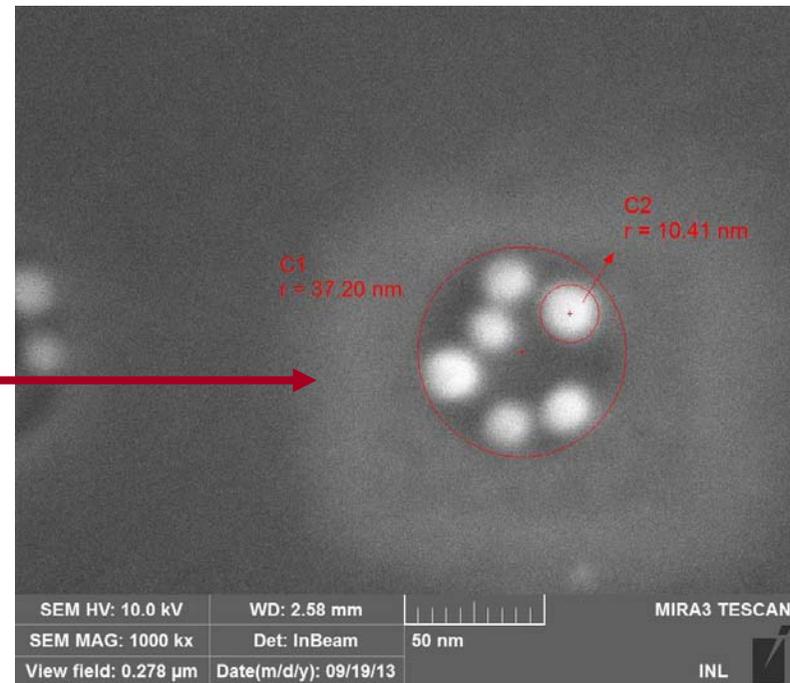
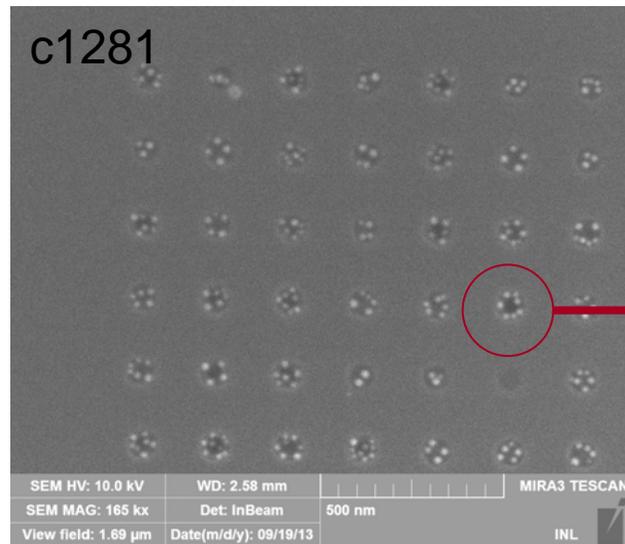
# Dépôt billes In : effet température

0.1 ML/s



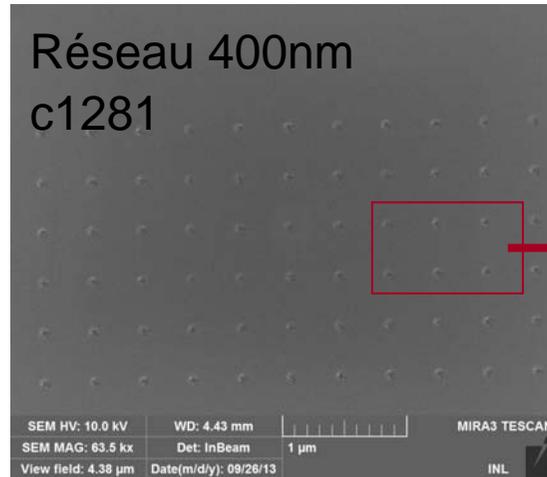
Taux couverture diminue quand T augmente

# Dépôt billes In sur réseau 6 ML/440°C

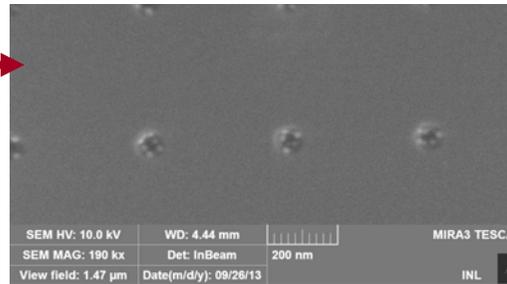


2 à 6 billes / trou (diamètre 30 nm)  
Pas de billes uniques !!

# Dépôt billes In sur réseau 6 ML/440°C

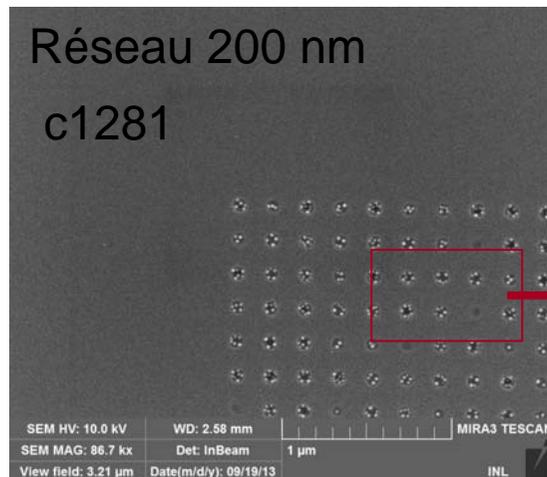


Recueil 10000 nm<sup>3</sup> d'In par trou  
D=50nm  
In déposé par flux = 3600 nm<sup>3</sup> /trou  
Rapport = 2.7

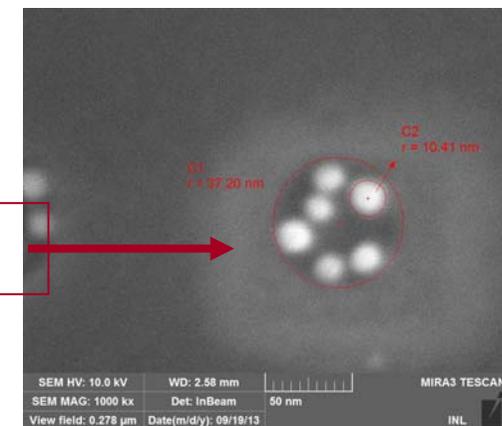
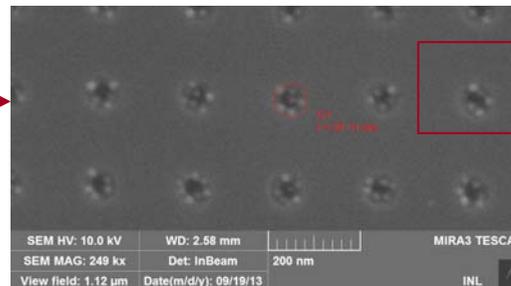


billes en dehors  
des trous (pas visible ici);

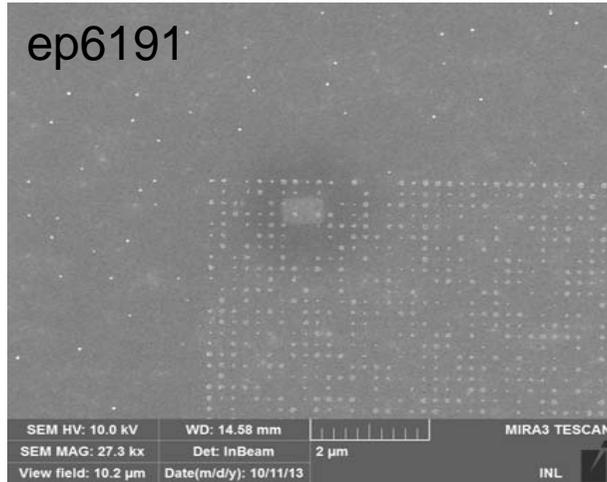
Mais bonne localisation dans  
les trous



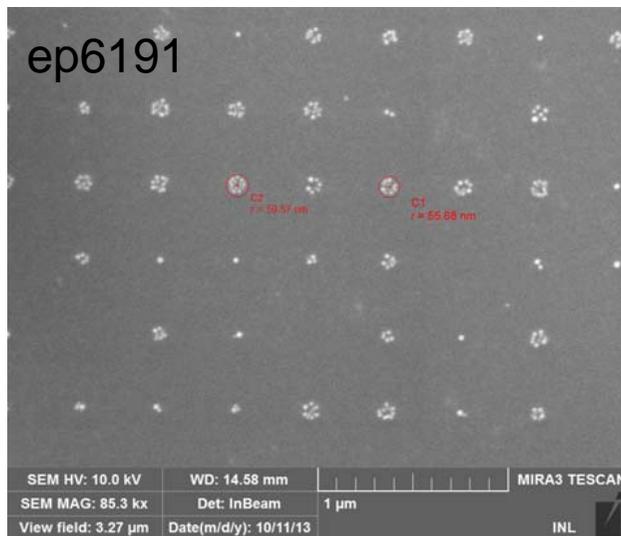
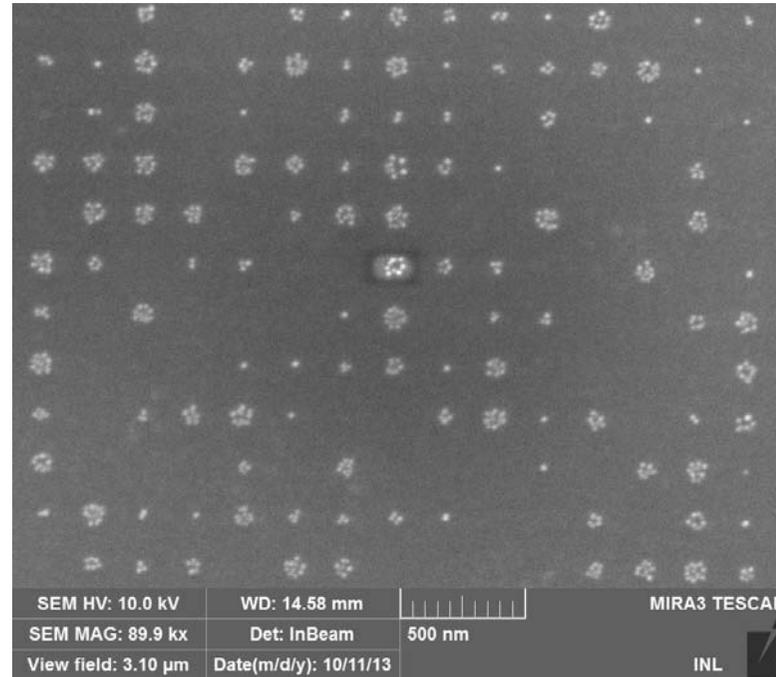
Recueil 12000 nm<sup>3</sup> d'In par trou  
D=70nm  
In par déposé flux = 5400 nm<sup>3</sup> /trou  
Rapport = 2.2



# Dépôt billes In sur réseau 12 ML/420-440°C



50-200

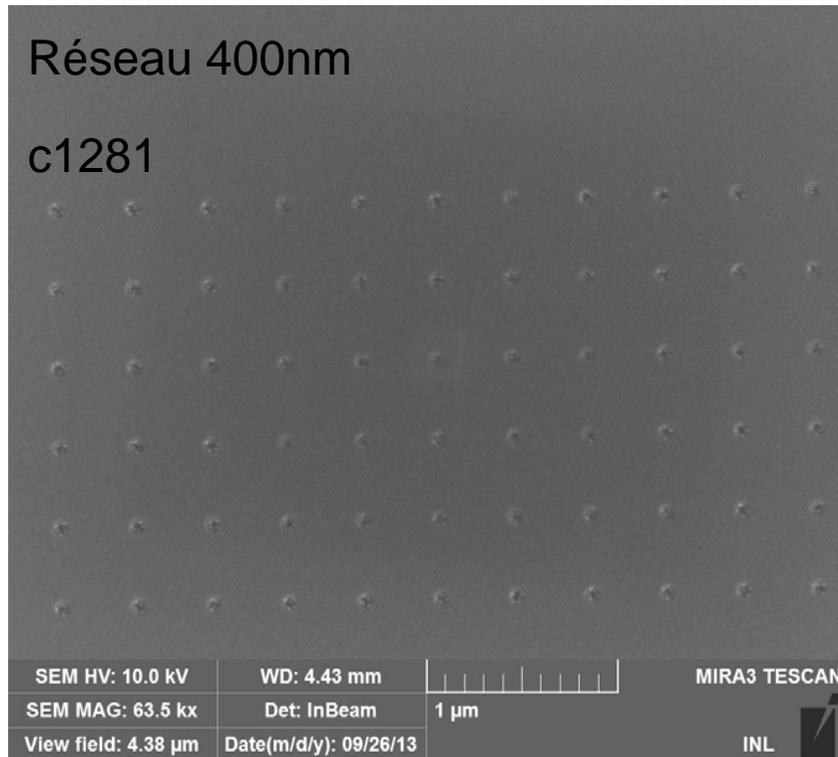


1/10 billes par trou?  
Absence de trous ?

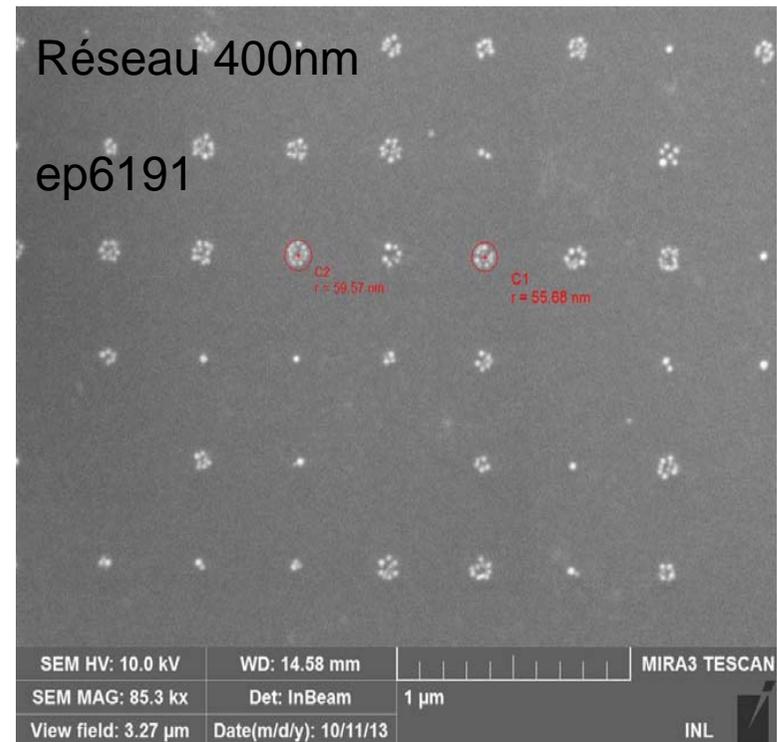


Homogénéité de la gravure ? 8

Pb de coalescence des billes dans les trous !!!

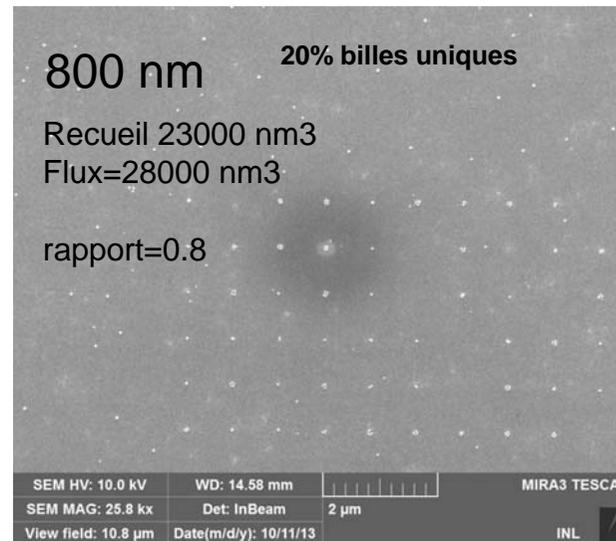
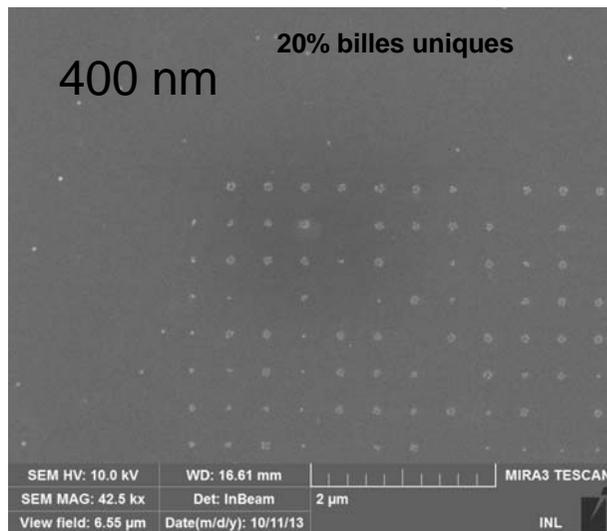
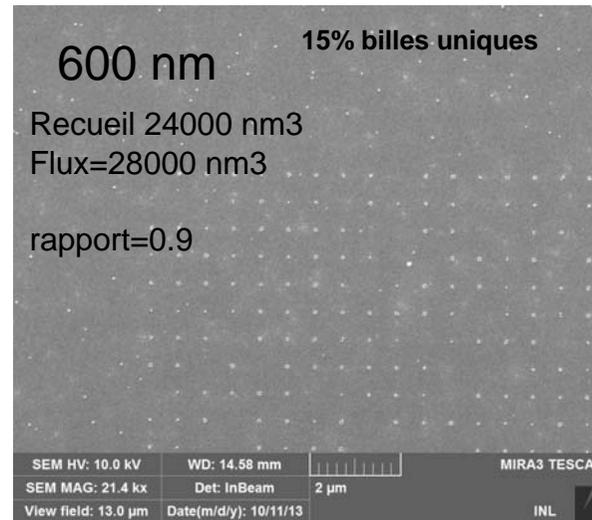
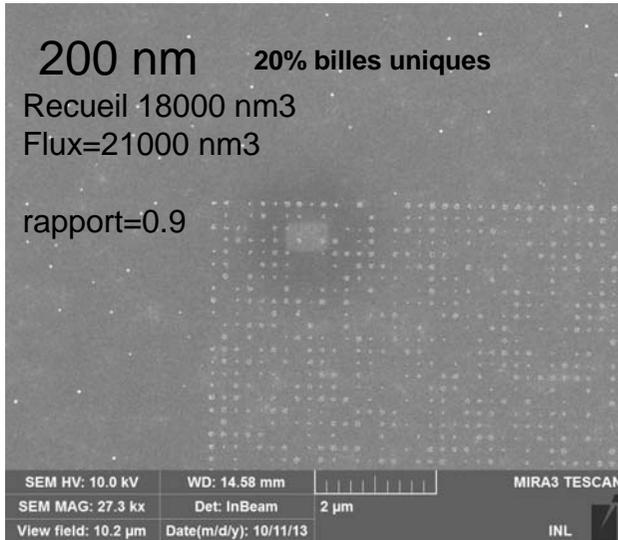


6 ML  
0% de billes uniques



12 ML  
20 % billes uniques  
D=30 nm

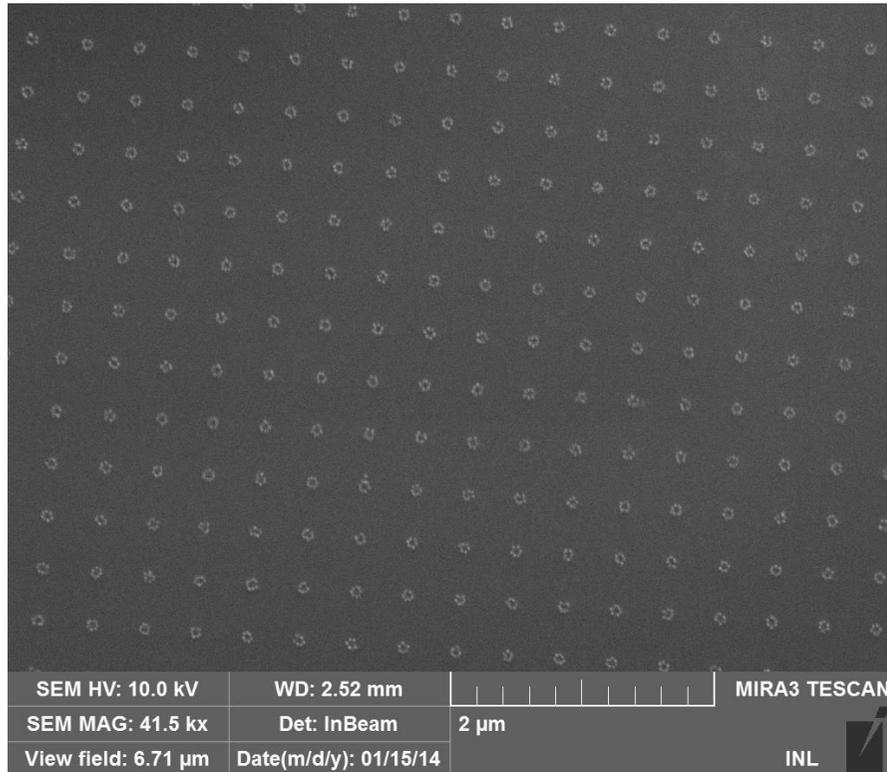
# EP6191-420-440°C-différentes périodicité-12 ML-diamètre trous 50nm



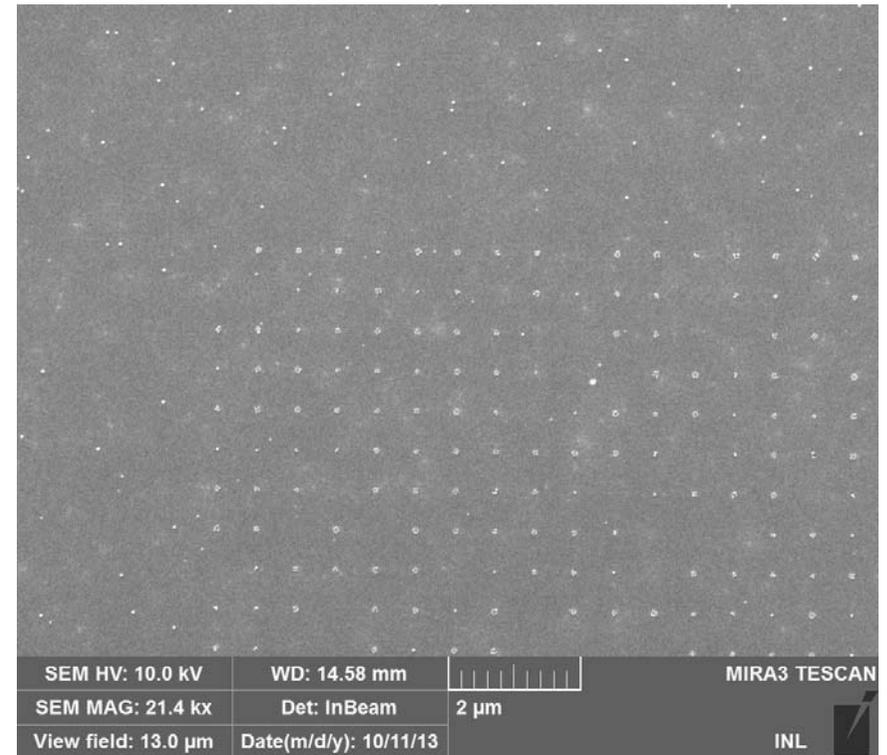
Pas d'influence périodicité sur rapport « recueil/flux<sup>10</sup> »  
et sur % billes uniques

# EP6191-420-440°C-12 ML

400 nm - 30 nm

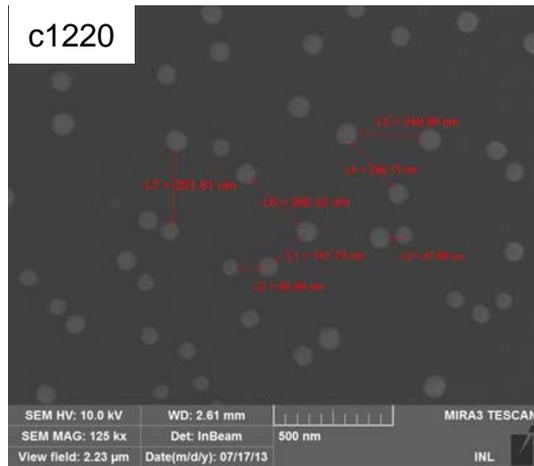


600 nm – 50 nm



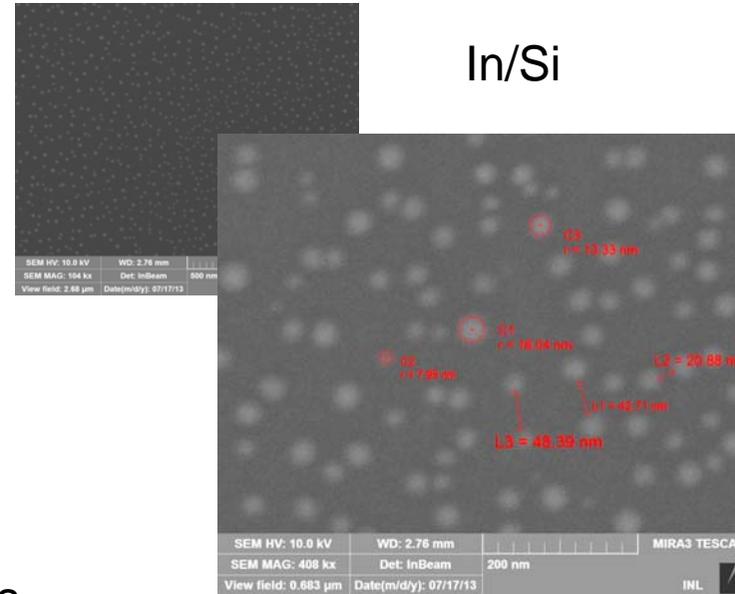
Comparaison dépôt billes In/SiO<sub>2</sub>(UV) et surface Si  
6 ML/440°C (épaisseur nominale=  $1.8 \times 10^6 \text{ nm}^3/\mu\text{m}^2$ )

In/SiO<sub>2</sub>



10 billes/ $\mu\text{m}^2$       Volume équivalent billes  
Dm=60 nm       $5.4 \times 10^5 \text{ nm}^3/\mu\text{m}^2$

In/Si



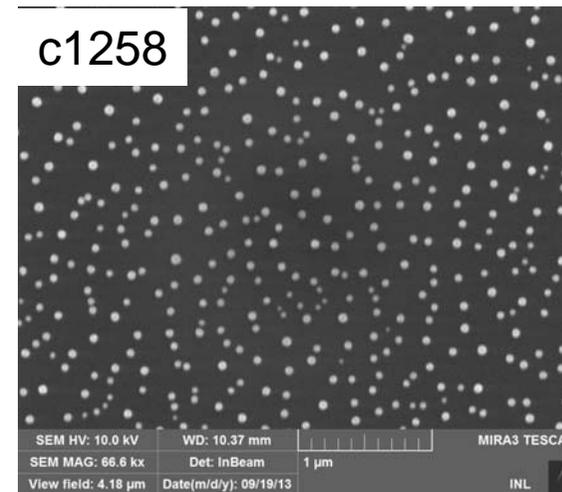
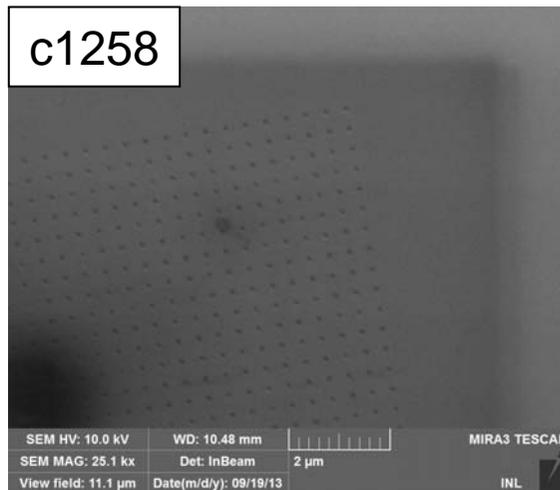
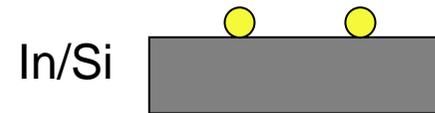
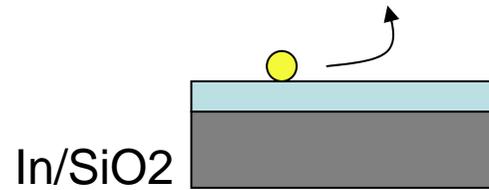
250 billes/ $\mu\text{m}^2$       Volume équivalent billes  
Dm=25 nm       $1 \times 10^6 \text{ nm}^3/\mu\text{m}^2$

substrat	Densité (/cm <sup>2</sup> )
Si(001)	$1.0 \times 10^9$
SiO <sub>2</sub>	$25 \times 10^9$

Densité plus forte pour In/Si  
Mais taille plus petite

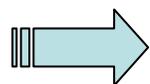
# Dépôt billes In sur réseau

## 12 ML/460°C (épaisseur nominale= $3.6 \times 10^6 \text{ nm}^3/\mu\text{m}^2$ )



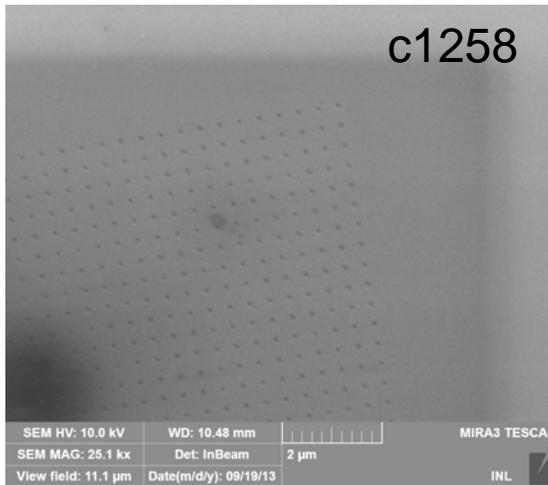
30 billes/ $\mu\text{m}^2$   
Dm=60 nm

Volume équivalent billes  
 $3.2 \times 10^6 \text{ nm}^3/\mu\text{m}^2$

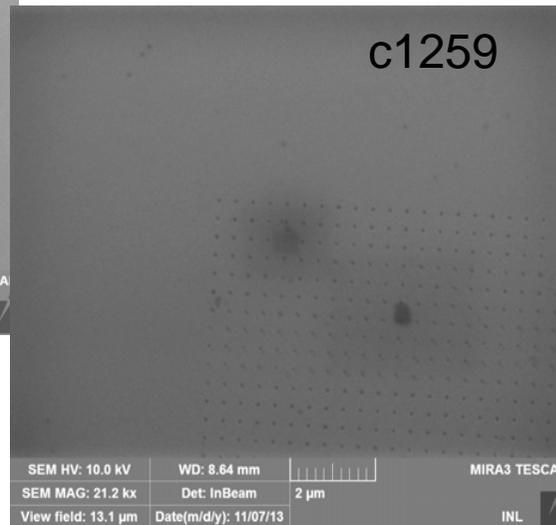


L'In est totalement ré-éaporé de la surface de SiO<sub>2</sub> à 460°C  
Mais il en reste sur surface de Si; bien meilleur collage

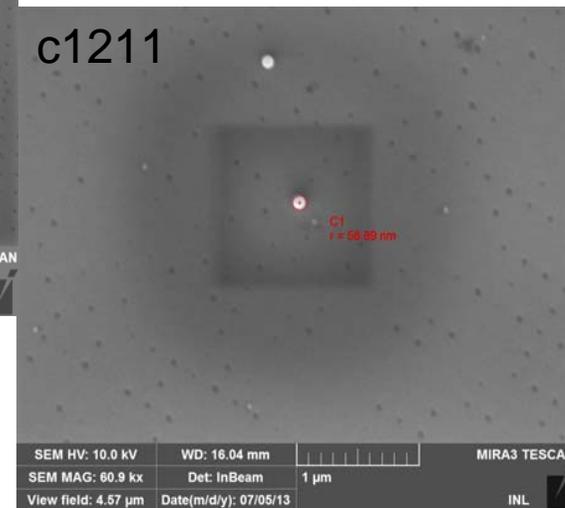
# Dépôt billes In à 460°C sur réseau SiO<sub>2</sub>



6 ML



12 ML:  
V= 0.1ML/s



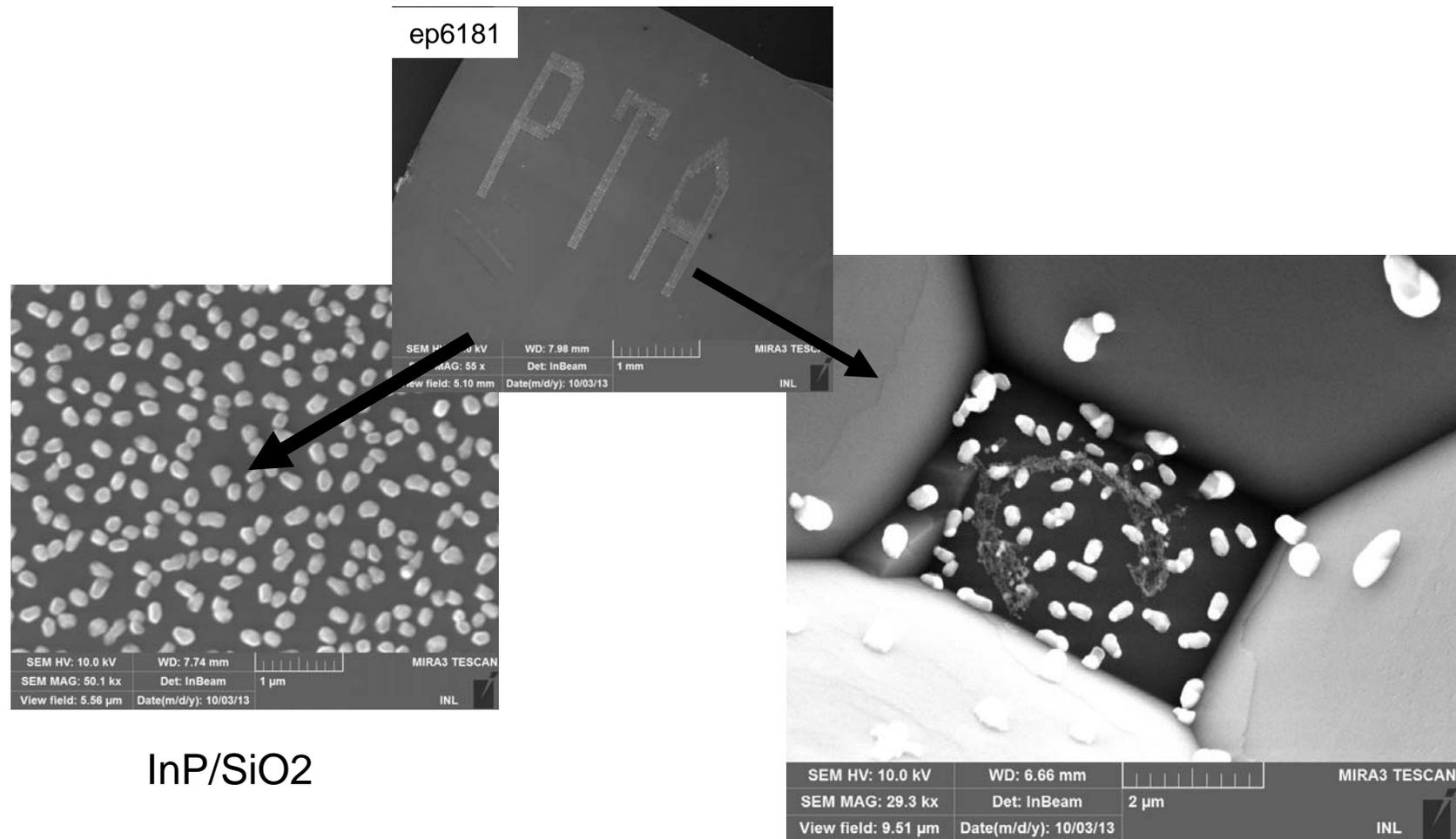
12 ML  
V= 0.2 ML/s

Pas de billes sur la surface: tout désorbe

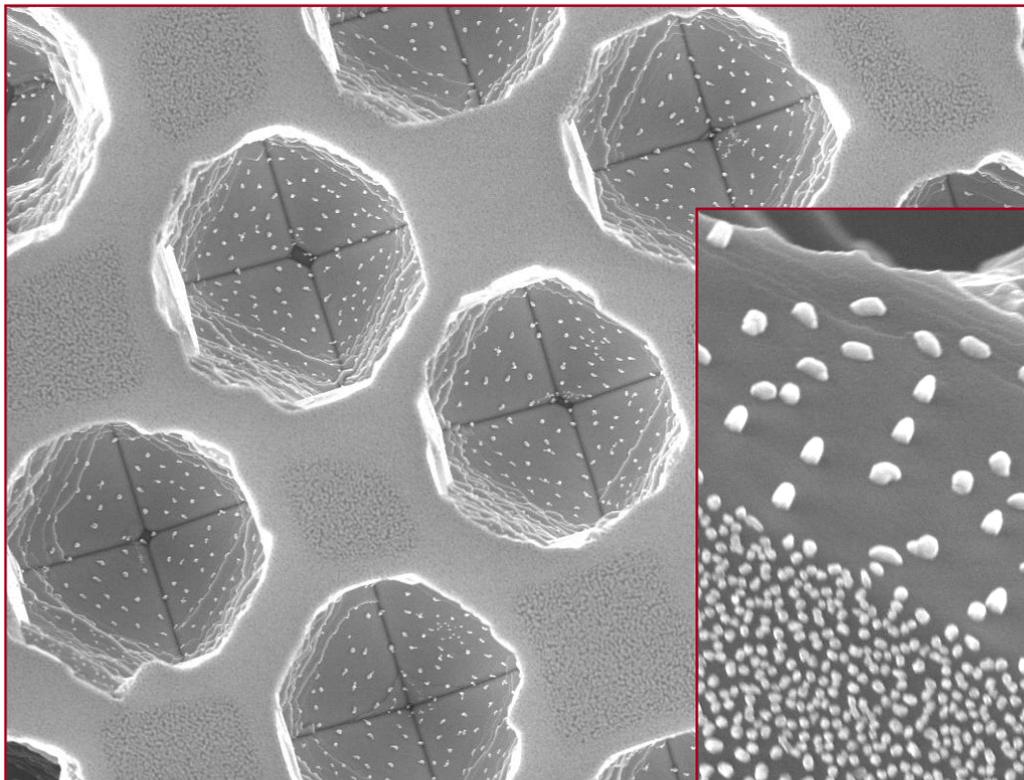
# Conclusion I

- Sélectivité In/SiO<sub>2</sub>/Si pour  $440^{\circ}\text{C} < T < 460^{\circ}\text{C}$
- Désorption complète pour  $T > 460^{\circ}\text{C}$
- Billes multiples dans les trous avec taille des billes 10-20 nm de diamètre,
  
- Perspectives:
- Augmenter quantité In déposé pour former mono-billes
- Augmenter la sélectivité par process 2 étapes:
  - Dépôt à  $440^{\circ}\text{C}$
  - Augmenter T vers  $460^{\circ}\text{C}$  pour désorption In/SiO<sub>2</sub>

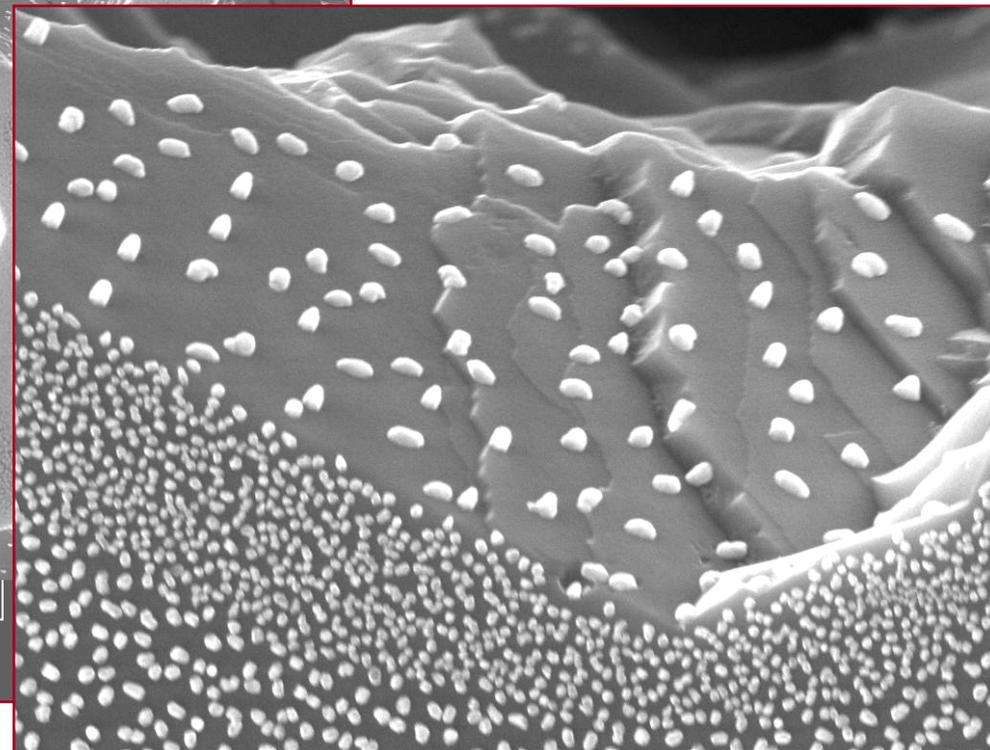
## II: Croissance InP sur réseau 400-440°C



# Ce qui ressemble à NFs dans les trous de marquage

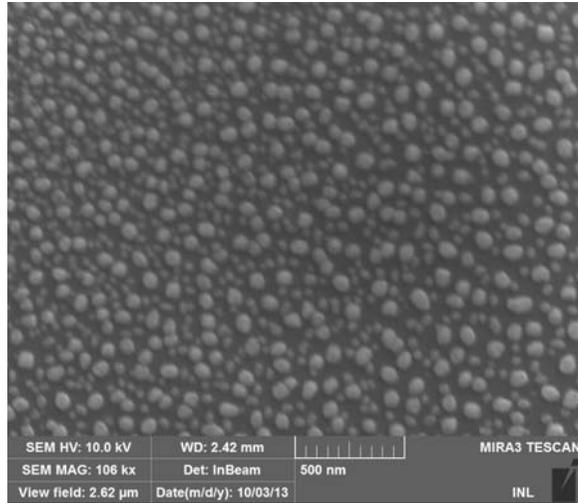


SEM HV: 10.0 kV	WD: 7.98 mm	
SEM MAG: 2.23 kx	Det: InBeam	20 µm
View field: 125 µm	Date(m/d/y): 10/03/13	

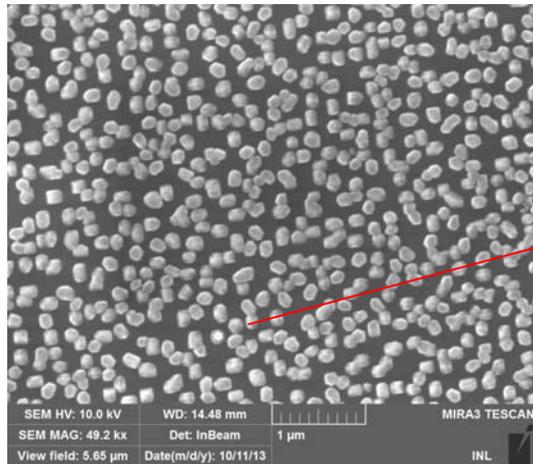


SEM HV: 10.0 kV	WD: 7.94 mm		MIRA3 TESCAN
SEM MAG: 22.6 kx	Det: InBeam	2 µm	
View field: 12.3 µm	Date(m/d/y): 10/03/13		INL

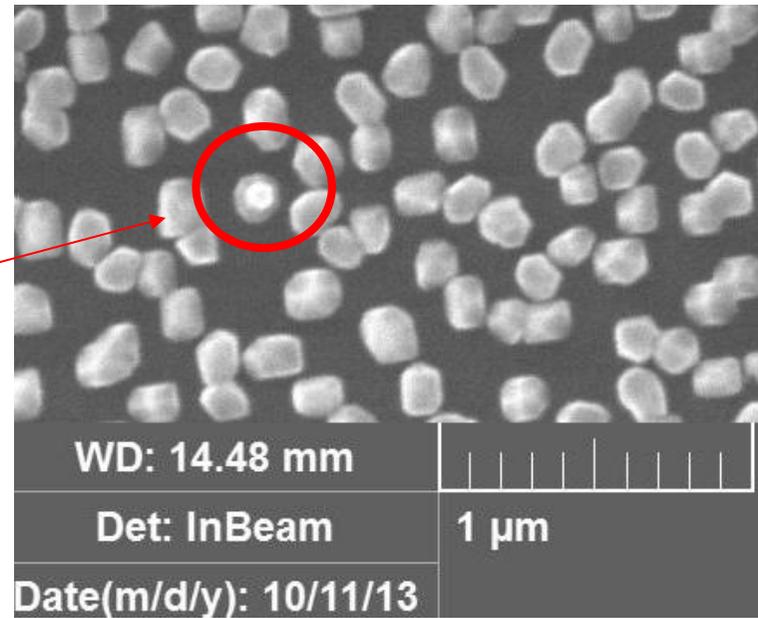
# Croissance InP sur Si



EP6180-420°C



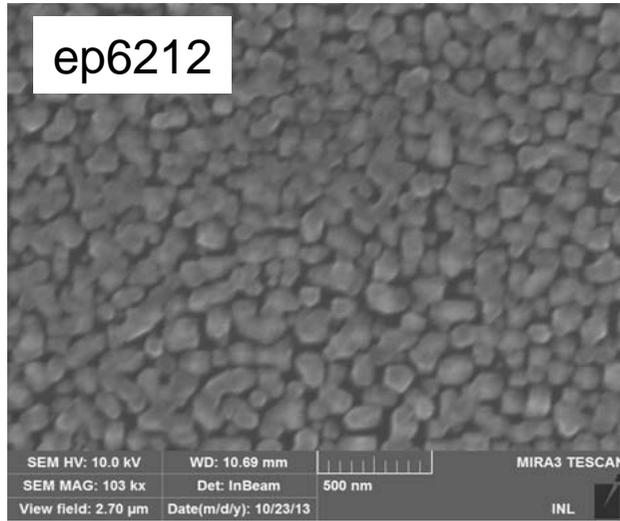
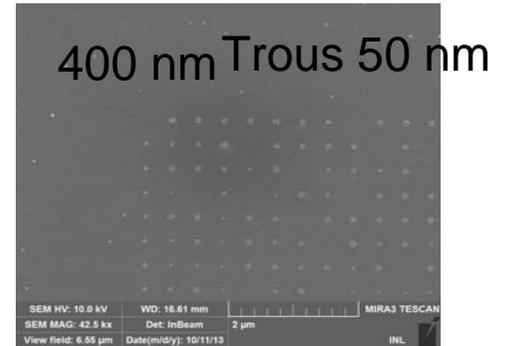
ep6192  
12 ML-420°C



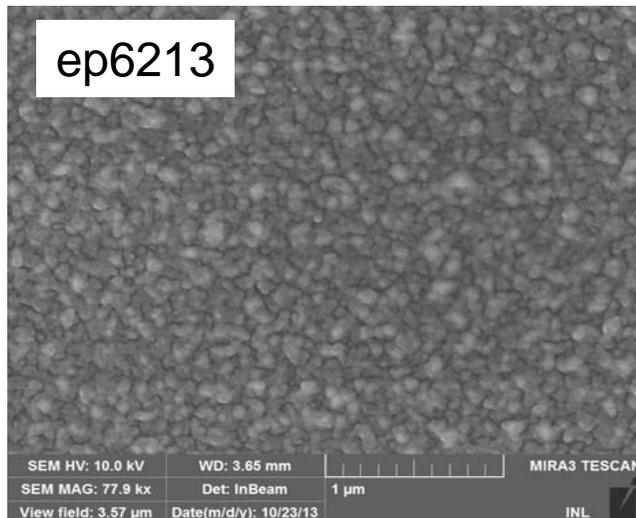
# Croissance InP sur réseau SiO<sub>2</sub>/Si

## Difficile d'observer le réseau

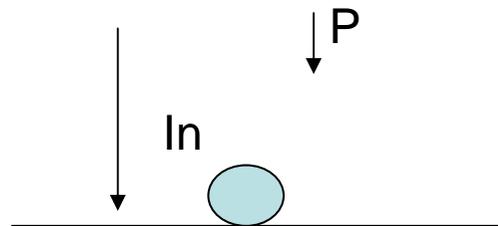
Dépôt billes-12 MLs- 440°C  
Croissance 400°C-0.2 ML/s  
V/III= 20  
5 min croissance



P et In injecté ensemble



P injecté 3s après In



# conclusion

- Difficulté de faire partir les NFs à partir des billes d'In sur réseau et sur Si pur (au fond des trous)
- Travailler sur les conditions de croissance
- Température;  $V_g$ ,  $V_{III}$ ; conditions de nucléation (taille initiale des billes)
- Diminuer vitesse de croissance pour éviter recouvrement trop rapide des billes par couche 2D/3D