

# Journée Nationale de la Lithographie par Nano-Impression 2021

La nano-impimpression @ **PTA** (**P**lateforme **T**echnologique **A**mont)

<https://pta-grenoble.com>

Nicolas CHAIX

## Sommaire

### Introduction de la PTA :

- Organisation,
- Caractéristiques,
- Chiffres.

### Position de la PTA :

- En France,
- En région.

### Les moyens technologiques de la PTA:

- Moyens de dépôts,
- Moyens de gravure,
- Moyens de Métrologie,
- Dispositif 200-300 mm,
- Moyens de Lithographie.

### NIL à la PTA

### Infos complémentaires

Comment accéder à la PTA?

Qui contacter ? Quels équipements ?

## Sommaire

### Introduction de la PTA :

- Organisation,
- Caractéristiques,
- Chiffres.

### Position de la PTA :

- En France,
- En région.

### Les moyens technologiques de la PTA:

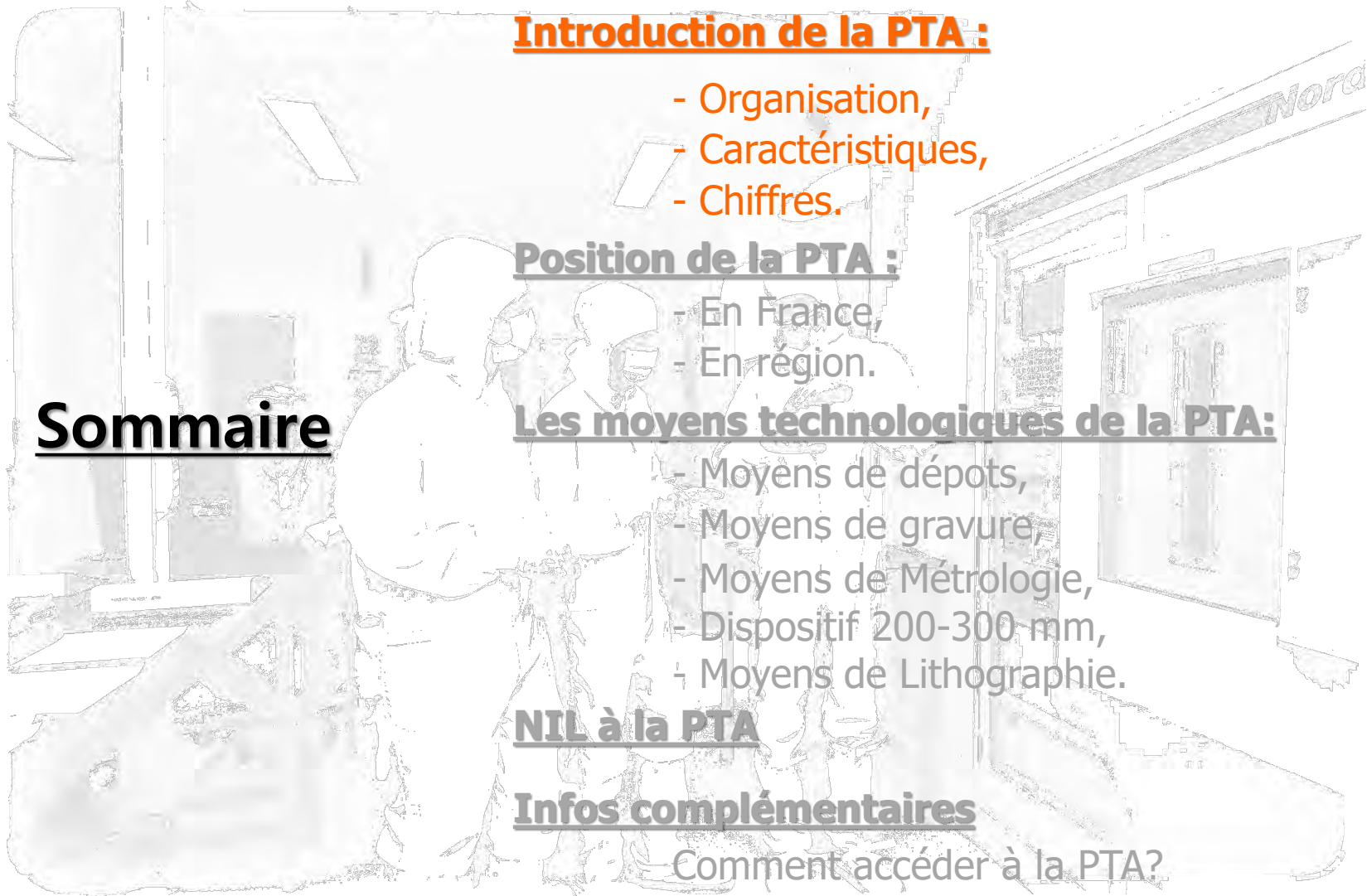
- Moyens de dépôts,
- Moyens de gravure,
- Moyens de Métrologie,
- Dispositif 200-300 mm,
- Moyens de Lithographie.

### NIL à la PTA

### Infos complémentaires

Comment accéder à la PTA?

Qui contacter ? Quels équipements ?



## Organisation

Management : directeurs du LTM



et irig<sup>2</sup>

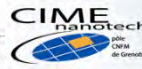
Tutelles:



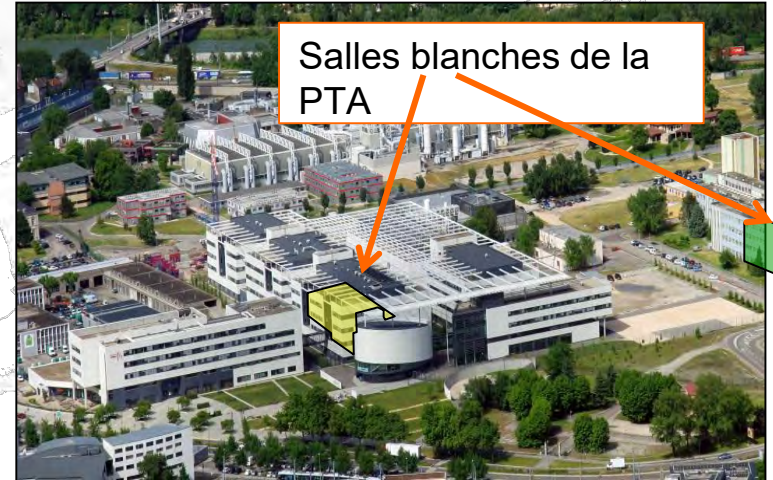
2 salles blanches: 10.05



& BCAI



Groupe technique: 18 pers (Admin, Techniciens, ingénieurs)



## Caracteristiques

- Plateforme ouverte (après formation des utilisateurs),
- Ouverte à tous types d'applications (nanotechnologie, nanoscience, biotechnologie, etc.),
- Ouverte à tous types de matériaux et de toutes tailles de substrats (jusqu'à 100 mm),
- Accessible aux industriels,
- Mise à disposition d'une cellule développement et prestation.

## La PTA en chiffres

- Ouverture en 2007,
- 700 m<sup>2</sup> de salles blanches (class 1000 ou ISO6),
- Un parc composé de machines industrielles ~ 12 M€,
- Coût opérationnel annuel ~ 1.1 M€ (payé par les utilisateurs),
- 20000 heures de technologie par an,
- Environ 250 utilisateurs actifs pour environ 100 projets.

## Sommaire

### Introduction de la PTA :

- Organisation,
- Caractéristiques,
- Chiffres.

### Position de la PTA :

- En France,
- En région.

### Les moyens technologiques de la PTA:

- Moyens de dépôts,
- Moyens de gravure,
- Moyens de Métrologie,
- Dispositif 200-300 mm,
- Moyens de Lithographie.

### NIL à la PTA

### Infos complémentaires

Comment accéder à la PTA?

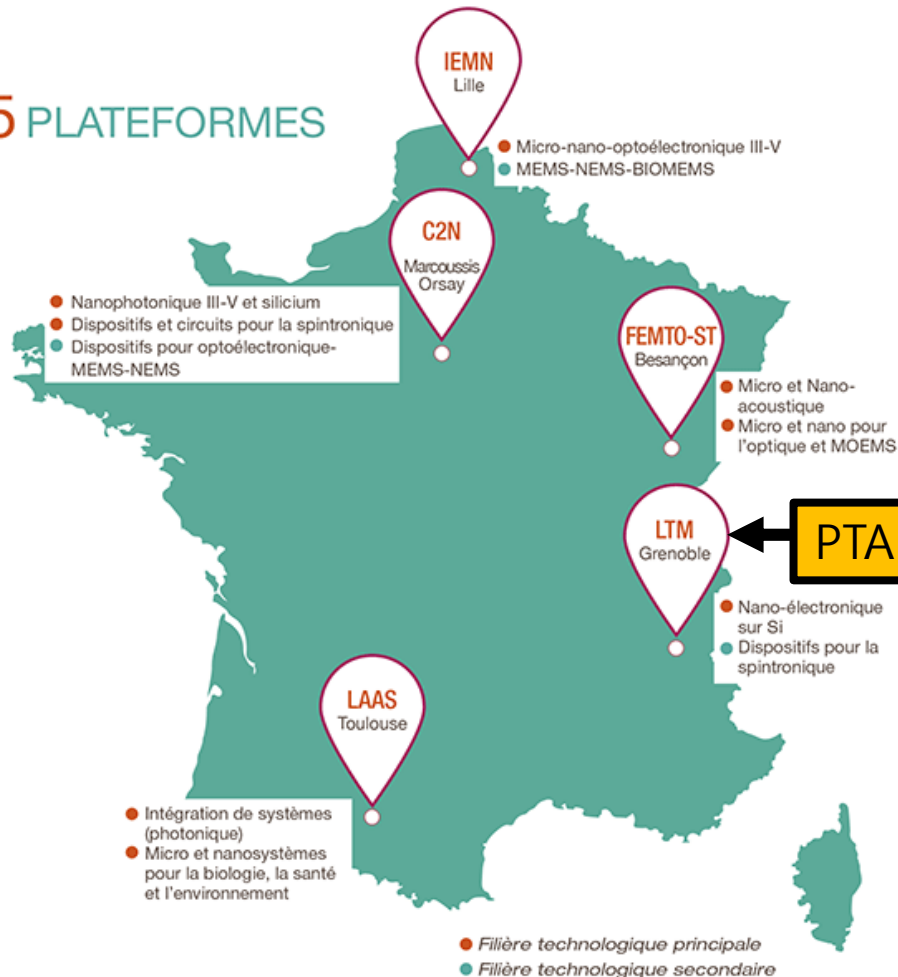
Qui contacter ? Quels équipements ?

## PTA en France :



Renatech est un réseau académique de centrales dans les domaines des micro et nanotechnologies, organisé par le CNRS.

### 5 PLATEFORMES



**7300 m<sup>2</sup> Salles blanches**  
**150 Techniciens et Ingénieurs**  
**130 million € d'équipement**

## PTA en region :

Alliance **CARAT**  
de Centrales Rhône-Alpines de Technologie

**nanolyon**

+

**PTA**

- **Objectifs :** Coordonner les projets,  
Augmenter la visibilité sur les ressources technologiques  
dans la région Rhône-Alpes.
- **Salles blanches:** environ 1700 m<sup>2</sup> au global au service de la recherche et de  
l'enseignement
- **Parc d'instruments ~ 22 M€**



## Sommaire

### Introduction de la PTA :

- Organisation,
- Caractéristiques,
- Chiffres.

### Position de la PTA :

- En France,
- En région.

### Les moyens technologiques de la PTA:

- Moyens de dépôts,
- Moyens de gravure,
- Moyens de Métrologie,
- Dispositif 200-300 mm,
- Moyens de Lithographie.

### NIL à la PTA

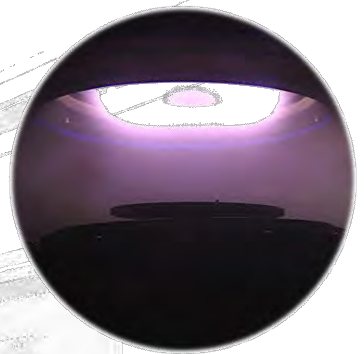
### Infos complémentaires

Comment accéder à la PTA?

Qui contacter ? Quels équipements ?

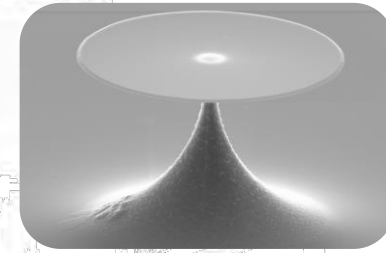
## Moyens de dépôt

- ❑ Oxydes :  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}_x$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,...
- ❑ Si (amorphe, polysilicium dopé & non dopé)
- ❑ Métaux (Al, Au, Ti, Pt, Ni, Cr, Cu, Sn, Ag, Pd, Ge, W, V, FeNi ... )
  - Dépôts CVD :
    - PECVD: D250L de Corial ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}_x$  et Si amorphe)
    - LPCVD: TS6303BM de TEMPRESS ( SiN and poly-Si)
    - PEALD : Fiji de Ultratech (oxydes et métaux<20nm)
  - Dépôts PVD :
    - PVD CT 100 de Alliance concept (Al, Ta, Ti, Nb,  $\text{SiO}_2$ , SiN, ITO)
    - EBPVD : MEB 550 de Plassys (métaux)



## Moyens de gravure

- ❑ Gravure Semiconducteurs (Si, Ge, III-V)
- ❑ Gravure oxide ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}$ ,  $\text{HfO}_2$ ,...)
- ❑ Gravure métallique (Ti, Ta, Al, Co, Ni, Au, Pt, Cu,...)
- ❑ Gravure organique(resist, DLC, graphene,...)



Physique-  
chimique

- Gravure Plasma
  - ICP Plasmalab 100 de Oxford ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CH}_2\text{F}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{O}_2$ )
  - ICP Sentech ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CH}_2\text{F}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{O}_2$ )
  - ICP Multiplex de SPTS ( $\text{SF}_6$ ,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Ar}$ )
- Gravure profonde du Si :  
HRM180 from SPTS : bosch process

Physique

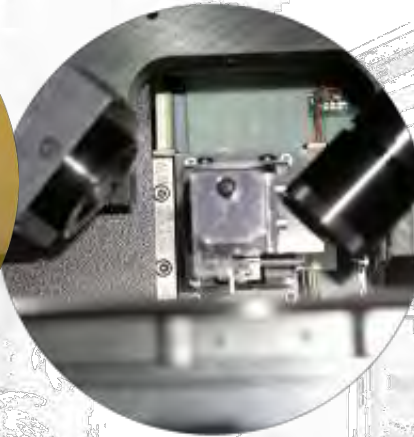
- Gravure ionique (IBE)
  - MU400 de Plassys ( $\text{Ar}$ ,  $\text{O}_2$ ) avec SIMS
  - 150MILL de Scia systems ( $\text{Ar}$ ,  $\text{O}_2$ ) avec SIMS

Chimique

- Dispositif Acide/base gravure et nettoyage
- Dispositif HF gravure
- HF gravure humide: Primaxx Monarch 3 de SPTS



## Moyens de Métrologie



- 2 MEB (Zeiss Ultra +)
- 3 microscopes optiques (Leica DM6000&DM2500)
- 2 éllipsomètres (SpecEI-2000 from Mikropack & AUTO SE de Horiba)
- 2 Réflectomètres (Nanocalc de Mikropack : UV-VIS et VIS)
- 2 profilomètres (Dektak XT)

## Moyens technologiques 200-300 mm / salle blanche CEA-LETI

### Gravure plasma



EQUIPEX IMPACT Nord  
XPS, Ellipsométrie,  $\mu$ PL,  
 $\mu$ Raman



### Epitaxie de III-V Prép. de surface



Contact : [cecile.gourgon@cea.fr](mailto:cecile.gourgon@cea.fr)

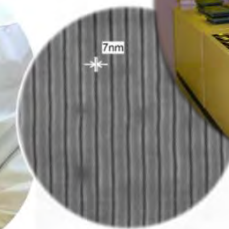
## Moyens de Lithographie

- ❑ Du micromètre au nanomètre
- ❑ Lithographie sur tous substrats (Si, verre, Quartz, films flexible,...)
  - Moyens de mise en oeuvre des résines negatives et positives,
  - Lithographie contact: MA8 (UV), MJB4 (UV&DUV) de Suss Micro Tech
  - Aligneur double face: MA8 from Suss Micro Tech
  - Lithographie Laser :  $\mu$ 101PG de Heidelberg
  - lithographie Ebeam : 100 kV Jeol JBX 6300 FS
  - **Nanoimprint lithography (NIL) : Thémique & UV : Obducat EITRE6**

Avec  
Masques

Sans  
masques

Avec  
moules



## Sommaire

### Introduction de la PTA :

- Organisation,
- Caractéristiques,
- Chiffres.

### Position de la PTA :

- En France,
- En région.

### Les moyens technologiques de la PTA:

- Moyens de dépôts,
- Moyens de gravure,
- Moyens de Métrologie,
- Dispositif 200-300 mm,
- Moyens de Lithographie.

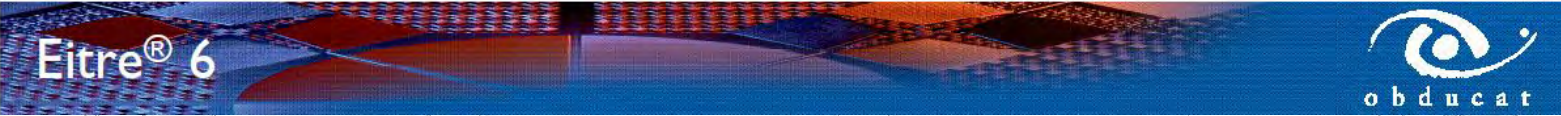
### NIL à la PTA

### Infos complémentaires

Comment accéder à la PTA?

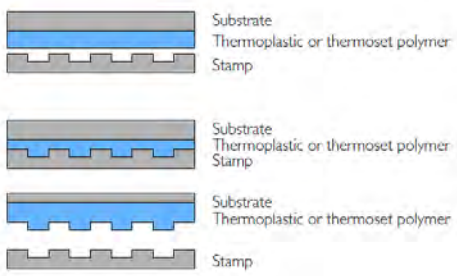
Qui contacter ? Quels équipements ?

## NIL à la PTA:

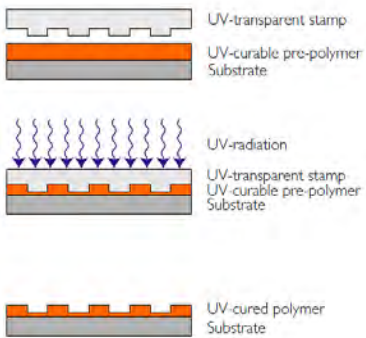


System Specification	
Stamp Size	≤ 152 mm Ø (6 inch Ø)
Substrate Size	≤ 152 mm Ø (6 inch Ø). (diameter/diagonal of round/square substrate in the range of 10 mm to 152 mm can be used)
Stamp/Substrate Thickness	Standard thickness ≤ 2 mm (others possible according to specification)
Imprint Area (Maximum)	152 mm Ø (6 inch Ø)
Imprint Pressure (Maximum)	80 bar
Imprint Pressure (Minimum)	6-8 bar (depending on Compressed Air)

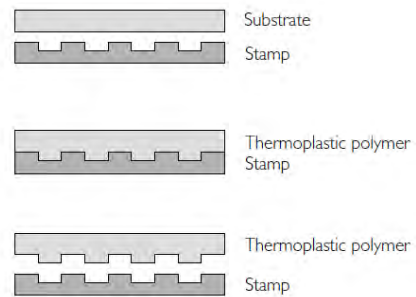
### • Thermal NIL



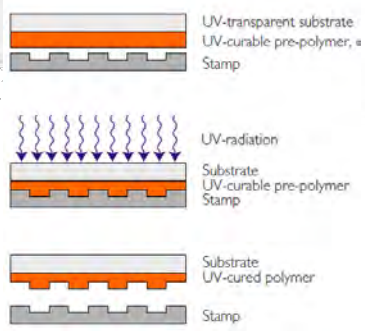
### • UV (transparent stamp)



### • Hot Embossing

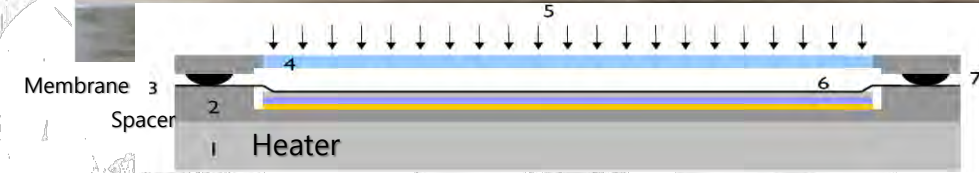
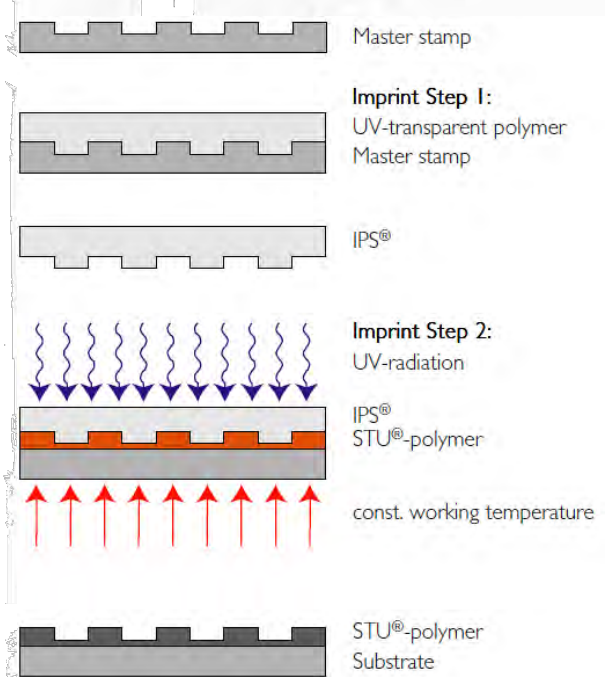


### • UV (transparent substrate)

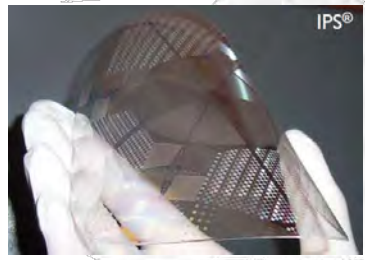




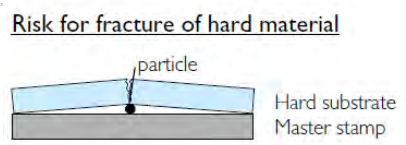
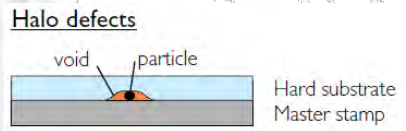
## Mise en oeuvre



Spacer 15 mm

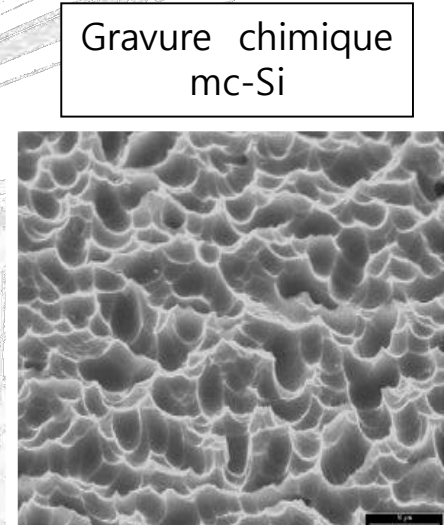
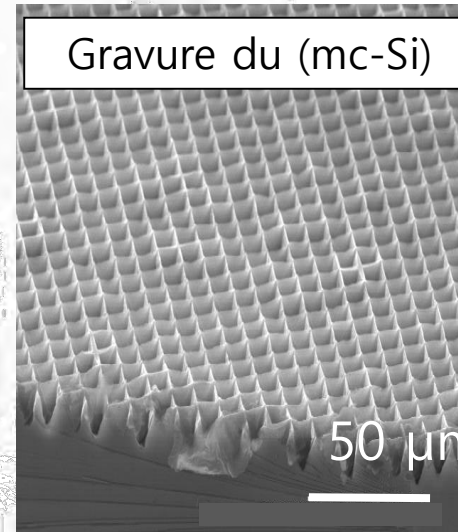
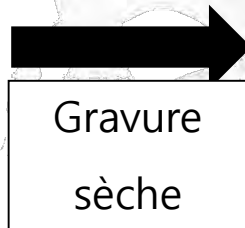
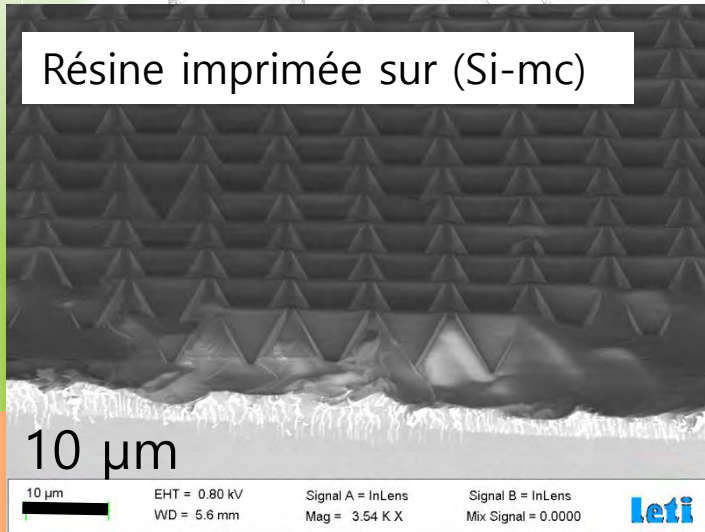


### Intérêt

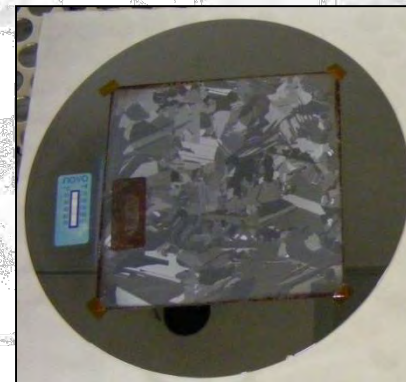


Ips bio compatible

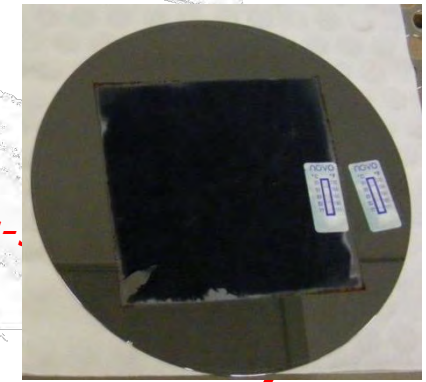
# Application pour les cellules solaires (LETI)



- ❖ Uniformité 98%
- ❖ Diminution de la réflectivité
- ❖ ↗ gain de la cellule (+ 0,3%)



Non structuré

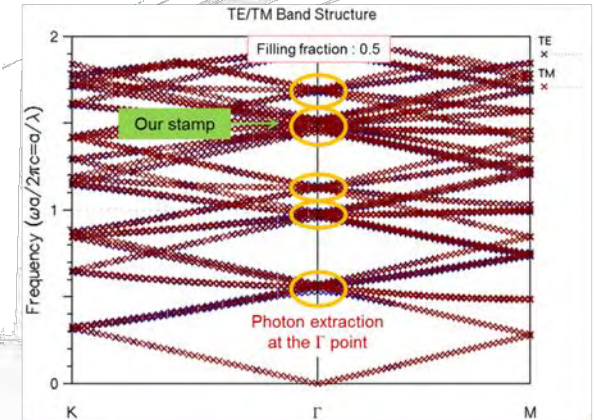
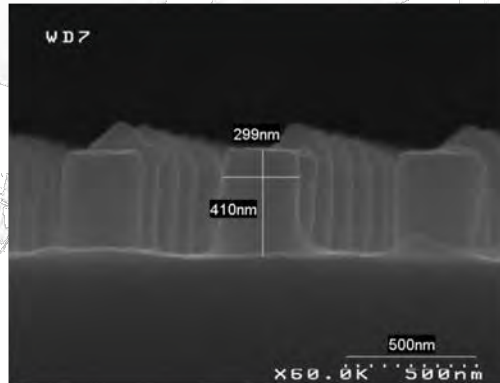
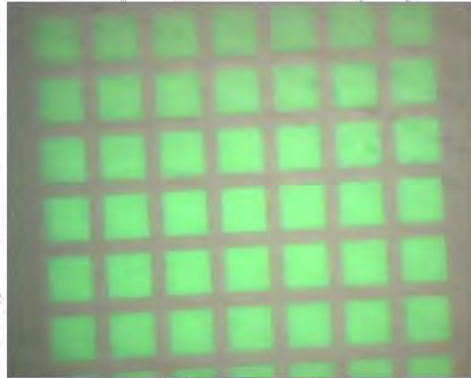


structuré

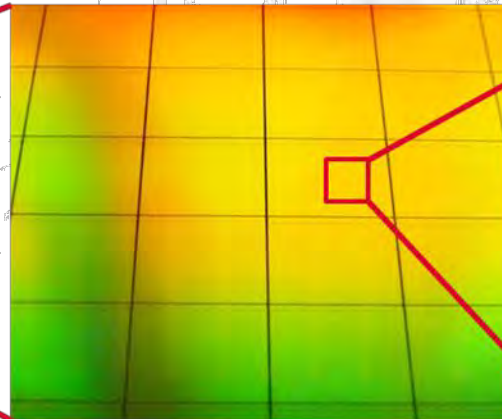
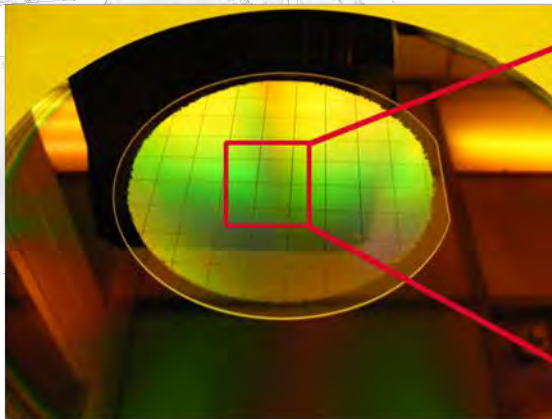
Impression + gravure

# Application pour les LEDs (LETI)

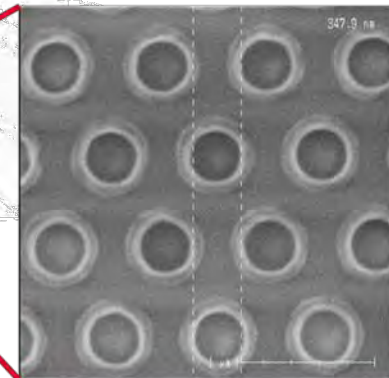
Imprinted photonic crystals etched into substrates



Photonic crystals on GaN  
100 mm wafer Fully covered

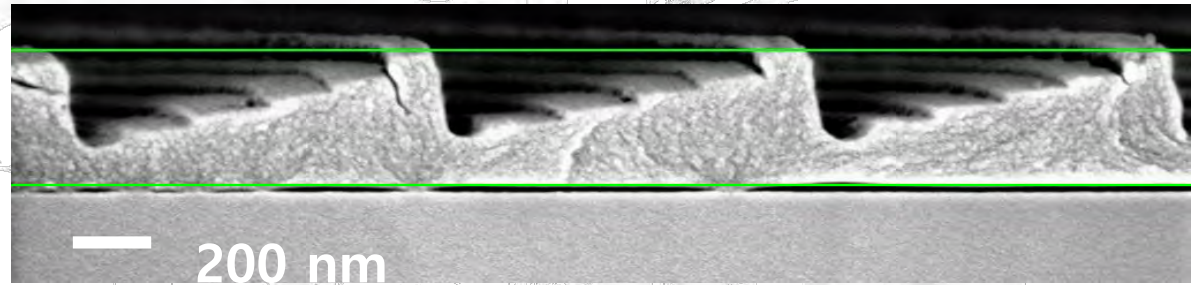
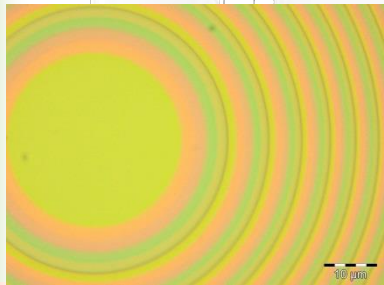


SEM top view

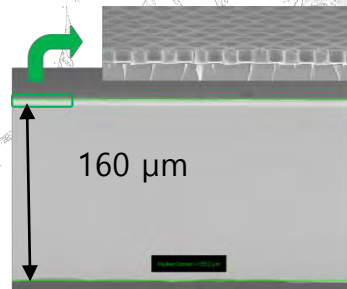
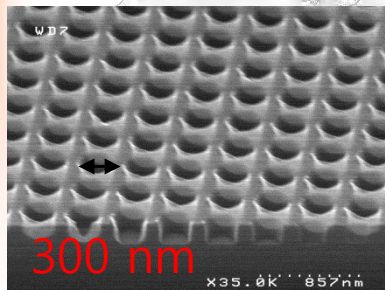


# Gestion de la lumière

→ Concentration de la lumière (motifs Optiques 3D)



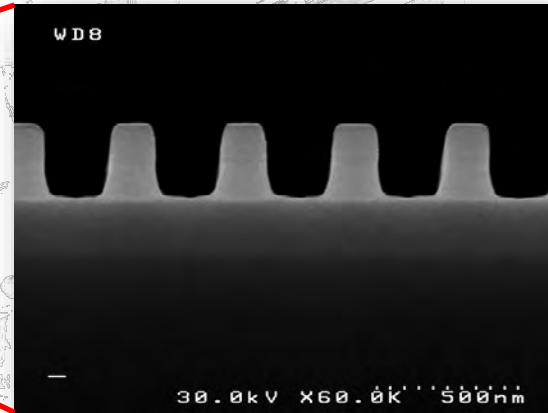
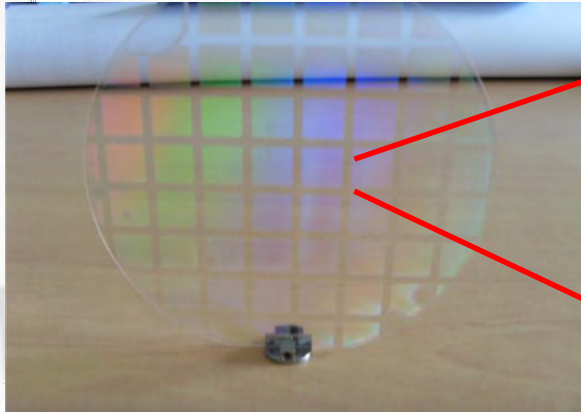
→ Augmentation de l'absorption sur substrats fins non organiques



# Modification des propriétés de surface (LTM)

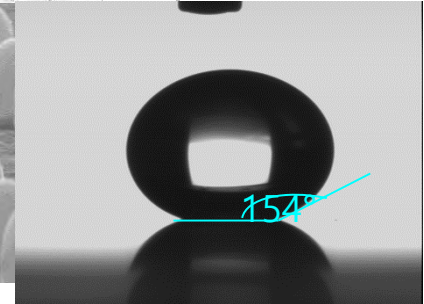
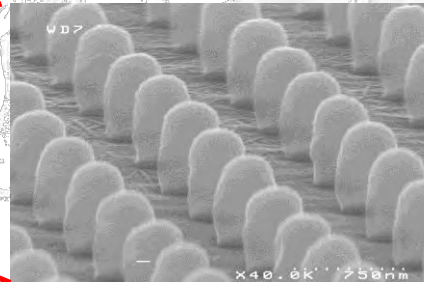
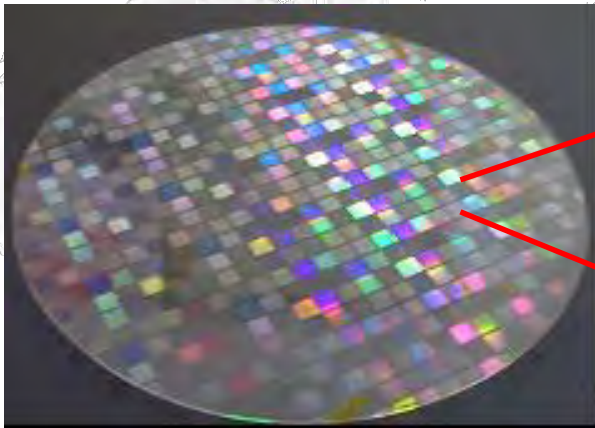
## Optique

Lignes périodes 500 nm pour réseaux diffractants



## Mouillabilité

Variation hauteurs / pitch pour surfaces superhydrophobes



## Sommaire

### Introduction de la PTA :

- Organisation,
- Caractéristiques,
- Chiffres.

### Position de la PTA :

- En France,
- En région.

### Les moyens technologiques de la PTA:

- Moyens de dépôts,
- Moyens de gravure,
- Moyens de Métrologie,
- Dispositif 200-300 mm,
- Moyens de Lithographie.

### NIL à la PTA

### Infos complémentaires

Comment accéder à la PTA?

Qui contacter ? Quels équipements ?

## Comment accéder à la PTA ?

### ✓ Enregistrement du projet

- Déposer un projet en ligne sur ([www.renatech.org/projet](http://www.renatech.org/projet))
- Décrire le sujet avec la demande technologique à développer.

### ✓ Accueil des utilisateurs sur la plateforme:

- Sur le site : Accueil
  - Présentation de la PTA
  - Accueil sécurité dans les salles blanches.

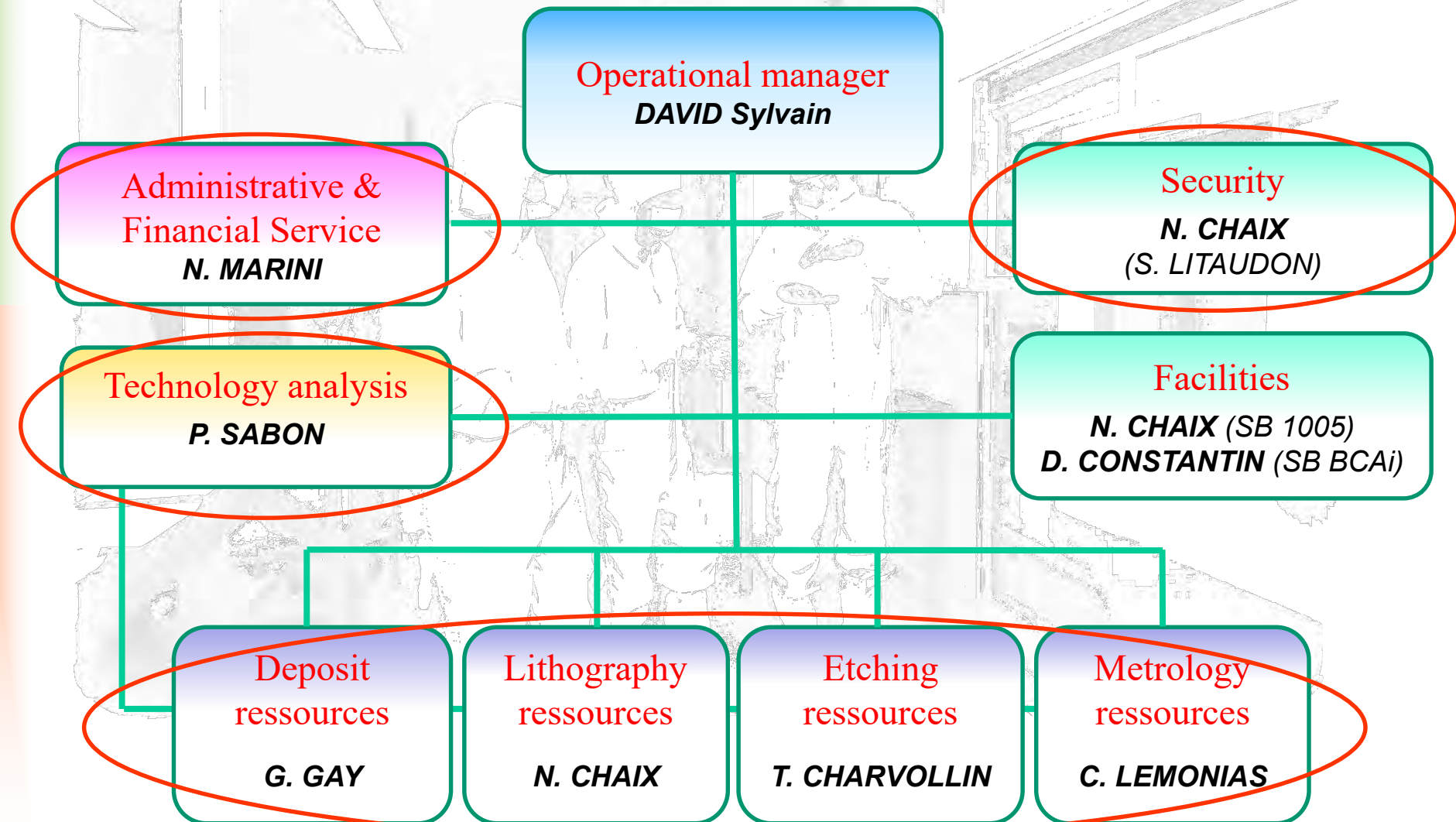
#### • En ligne :

- PTA information and equipment (<https://pta-grenoble.com>)
- Access to the booking web site (<https://pta-grenoble.com/booked/>)

### ✓ Formation sur les équipements:

- Formation sur chaque équipement par le responsable afin d'obtenir les droits d'accès sur l'équipement.

## Qui contacter ? Groupe technique de la PTA





## Quels équipements ?



## Liste des équipements (en ligne)

<https://pta-grenoble.com>

Plots	ID	Equipment	Fabricant	Description	Capacité	Substrats max.	Unité	Responsable	Co-responsable	
DEPOT (B. GRAY)	PECVD_01	D500	Corial	PECVD chimie silicium (SiO2, Si3N4, a-Si)	X	6"	B	D. Constantin	C. Perret	
	LPCVD_01	TS6303E	TEMPRESS	LPCVD (polysilicium et diarsénié)	X	4"	E	D. Constantin	C. Perret	
	ALD_01	Fij F200	Cambridge Nanotech	Atomic layer deposition avec option Plasma (Al2O3, HfO2, TiO2, TiN, AlN, ZnO, Al2O)	X	6"	Ca	C. Perret	D. Constantin	
	Physical Vapor Deposition									
	EVAP_01	MEB550S	Plassys	Evaporation canon e-, décapage ions Ar Al, Au, Ti, Co, Pt, Ni, Ge, Pd, Nb, V, Ta	X	4"	0.05	G. Gay	C. Perret	
	EVAP_02	MEB550	Plassys	Evaporation canon e-, décapage ions Ar Al, Au, Ti, Co, Ag, NiO, FeN, CoFe, Co, Cu, Si, Ta, Ge	X	4"	BCA	C. Perret	G. Gay	
	SPUT_04	CT100	Alliance concept	Pulvérisation métal RF et DC Al, Ta, Ti, TiN, Nb, NiN, FeNi, ITO, SiOx, SiNx	X	4"	BCA	C. Gomez	C. Perret	
	SPUT_05		VAS	Pulvérisation matériaux magnétiques (Equipement Spintec)	X	4"	10.05	S. Auffret (SP)	TEC	
	Dépôt électrolytique									
	PAIL_CH2			Paillasses chimies M25 (dépôt électrolytique, FeNi(B020), deux autres réacteurs disponibles)	s	4"	BCA	M. Gri	Sabon	
Traitement thermique										
RTA_01	Jeffris100	Jipelec	Four à recuit rapide par lampe sous atmosphère N2 ou vide primaire	X	4"	BCA	D. Constantin	Sabon		
Paillasses enrésinement										
PAIL_LiHo1		Minaservices	Paillasses litho & solvants	X	4"	10.05	V. Gaudé	Terrier		
PAIL_LiHo2		Minaservices	Paillasses litho & solvants	X	4"	BCA	M. Gri	C. Perret, C. Gomez		
ETUV_01	T6030	Heraeus	Etuve 150°C	X	NA	10.05	M. Terrier			
Lithographie électronique										
EBEAM_01	JBX 6300 FS	Jeol	Masqueur électronique (25, 50 ou 100kV)	X	8"	10.05	J.L. Thomassin			
Lithographie optique UV / Deep UV										
INSOL_07	µPG101	Heidelberg	Lithographie laser (UV)	x	6"	10.05	N. Chaix	J.L. Thomassin		
INSOL_04	MJB4 UV	Karl Süss	Aligneur optique par contact (UV)	X	4"	10.05	C. Lemonias	J.L. Thomassin		
INSOL_05	MJB4 DUV	Karl Süss	Aligneur optique par contact (DUV)	X	4"	BCA	C. Lemonias	J.L. Thomassin		
INSOL_06	MA8	Karl Süss	Aligneur optique par contact double face (UV) / module Nanoimprint	X	6"	BCA	C. Gomez	N. Chaix		
INSOL_03	MA150	Karl Süss	Aligneur optique contact double face (UV)	X	4"	BCA	M. Gri	C. Lemonias		
INSOL_07	SmartPrint	Korolith3D	Système de lithographie sans masque pour prototypage rapide.	X	4"	40-06	D. Fuard			
NIL	Elite	JOBUCAT	Nanoimprint lithography: thermique et UV	X	6"	BCA	N. Chaix	C. Perret		
Gravure sèche physico-chimique										
ICP_03	Oxford	Plasmalab System100	Gravure plasma ICP - O2, BCl3, SiCl4, SF6, CF4, HBr, H2, CH4, CHF2F, Ar, O2, N2	X	4"	10.05	T. Charvolin			
ICP_04	Sentech	SI 500	Gravure plasma ICP - O2, BCl3, SiCl4, SF6, CF4, HBr, H2, CH4, CHF2F, Ar, O2, N2	X	4"	10.05	T. Charvolin	M. Gri		
ICP_01	Multiplex ICP	STS	Gravure plasma ICP - SF6, CHF3, Ar, O2 Gravure Si, diélectriques, Ti, Ta, ...	X	4"	10.05	M. Terrier			
ICP_02	SPX HRM	STS	Gravure profonde ICP fluoree, HRM chamber Procédé Bosch SF6/C4F8 + Ar, O2	X	4"	BCA	S. Litaudon	V. Gaudé		
ICP	ICP	Corial	Gravure ICP	X	4"	BCA				
Gravure sèche physique										
IBE_02	ML150	SCIA	Gravure ionique - IBE (Ar, N2, O2) Détection SIMS	X	6"	BCA	T. Charvolin			
IBE_01	MU400	Plassys	Gravure ionique - IBE (Ar, N2, O2) Détection SIMS	X	4"	10.05	T. Chevolleau			
Gravure sèche chimique										
VAP_HF_01	Monarch3	PRIMAXX	Gravure HF vapeur	X	8"	BCA	S. Litaudon			
STRIP_03	Pico µW PCEE 7"	DIENER	Retrait résine / Traitement de surface	X	4"	10.05	M. Terrier			
Gravure humide et nettoyage										
PAIL_CH1			Paillasses chimiques (acide/base et HF)	X	4"	10.05	V. Gaudé	M. Gri		
PAIL_CH2			Paillasses chimiques (acide/base)	s	4"	BCA	M. Gri	C. Perret, C. Gomez		
DRYER_01	Automegasamdi 815B-C	Tousimis	Sécheur MEMS super critique CO2	X	4"	BCA	S. Litaudon			
Imagerie SEM										
MEB_04	Ultra+	Zenith	MEB source FEC (cathode chaude) & EDX	X	4"	10.05	C. Lemonias	V. Gaudé		
MEB_03	Ultra+	Zenith	MEB source FEC (cathode chaude)	X	4"	BCA	V. Bolcato	C. Lemonias		
Imagerie optique										
MICROS_01	DM8000	Leica	Microscope Optique (X50)	X	4"	10.05	J.L. Thomassin	C. Lemonias		
MICROS_02	DM2500	Leica	Microscope Optique (X50)	X	4"	BCA	M. Gri	C. Lemonias, J.L. Thomassin		
Analyse topographique										
AFM_01	Icon	Bruker	Microscope à force atomique	X	4"	BCA	V. Bolcato			
PROFIL_03	XT	Dehtak	Profilomètre mécanique	X	4"	10.05	C. Lemonias			
Analyse de couches minces										
REFLEC_01	Nanoac-VIS	Mikropack	Réflexionnètre	X	4"	10.05	C. Lemonias	Terrier, Perret		
REFLEC_02	Nanoac-LV-VIS	Mikropack	Réflexionnètre	X	4"	BCA	C. Perret	C. Lemonias		
ELLIP_01	Auto-SE	Horiba	Ellipso-mètre spectroscopique	X	6"	10.05	C. Lemonias			
ELLIP_02	SpecEL-2000	Mikropack	Ellipso-mètre spectroscopique	X	4"	10.05	C. Lemonias			
Scellement										
SEAL_01	S86	Karl Süss	Scellement wafers (bonding) Anodique, moléculaire, thermique		4"	BCA	M. Gri			
Aplicotement										
CMP_01	E480C	Alpsitec	Poliissage mécano-chimique Silicium, oxydes, métaux	X	4"	Ca	C. Perret			
Découpe										
SCIE_01	DAD3	Disco	Scie à wafers	X	6"	B	I. Peck	M. Gri		
SCIE_02	CELLE	CELLE	Découpe laser	X	6"	40	D. Fuard			