

CNR IUT 2013
CORTE

UNIVERSITÉ PARIS 13
NORD



**La Centrale de Proximité en
Nanotechnologies de Paris Nord
à
l'IUT de Villetaneuse ;
un exemple
des spécificités des IUT
en pédagogie, recherche et collaboration industrielle.**

Alexis P. A. Fischer^{1,2}, Jeanne Solard¹, Mahmoud Chakaroun^{1,2}, Nathalie Fabre^{1,2}, Min W. Lee^{1,2}, Azzedine Boudrioua²

1. Université de Paris 13, Sorbonne Paris Cité, IUT de Villetaneuse, F-93430, Villetaneuse, France

2. Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Laboratoire de Physique des Lasers, CNRS, (UMR 7538), F-93430, Villetaneuse, France.



Plan de la présentation

1. Le contexte

- L'IUT de Villetaneuse dans l'Université Paris 13
- Historique : Rôle moteur de l'IUT
- Financements

2. Description de la centrale

3. Les activités

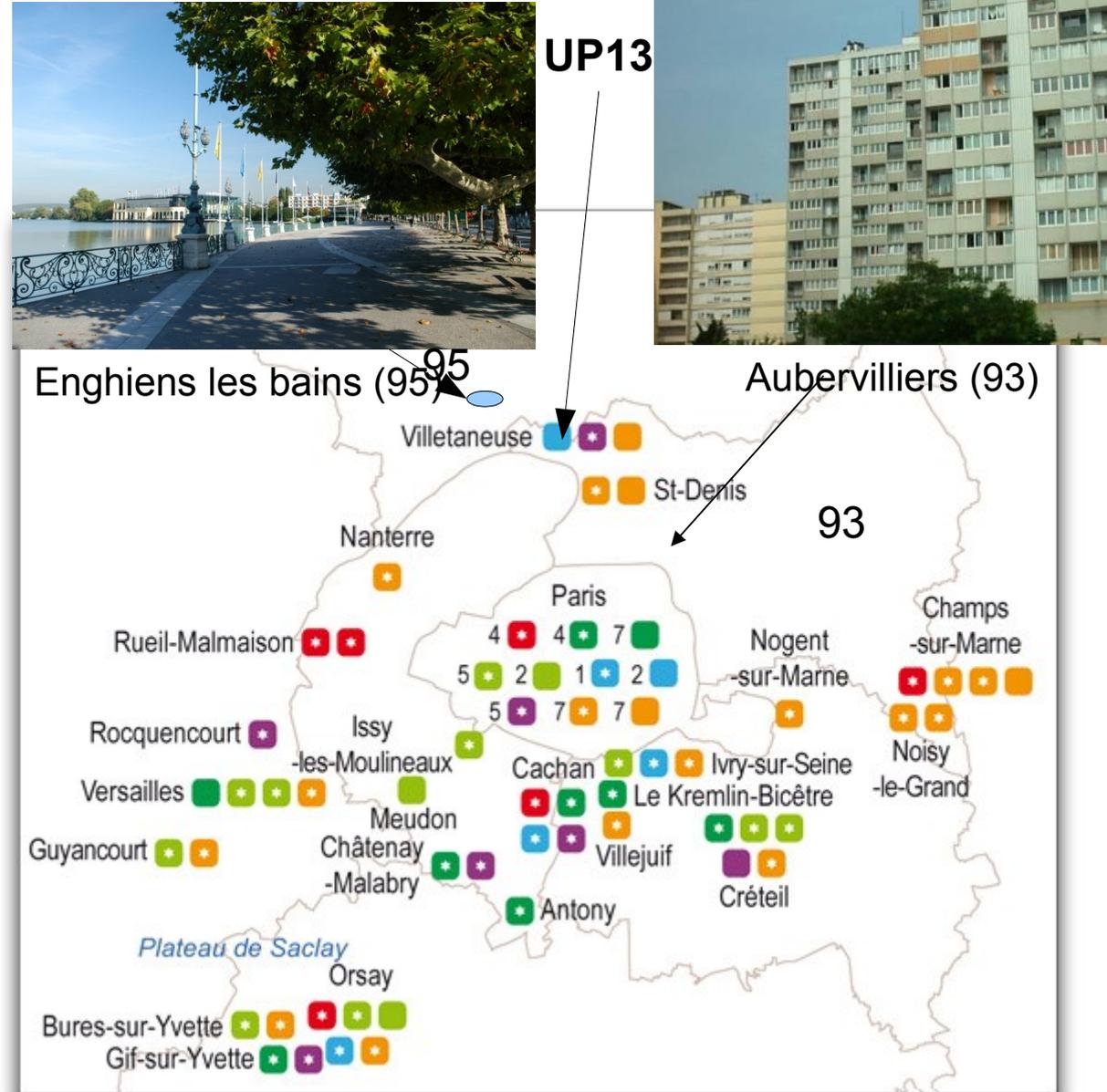
- Les activités Pédagogiques
- La Recherche
- Les collaborations industrielles
- Conclusion

1. Contexte



1.1 Localisation

- Nord de Paris
- Limite entre la Seine Saint Denis (93) et le Val d'oise (95)
- Campus de Villetaneuse
- Origine modeste des étudiants
- Université pluridisciplinaire :
Droit, SH, Médecine, Sciences
(1 UMR, 1UPR)

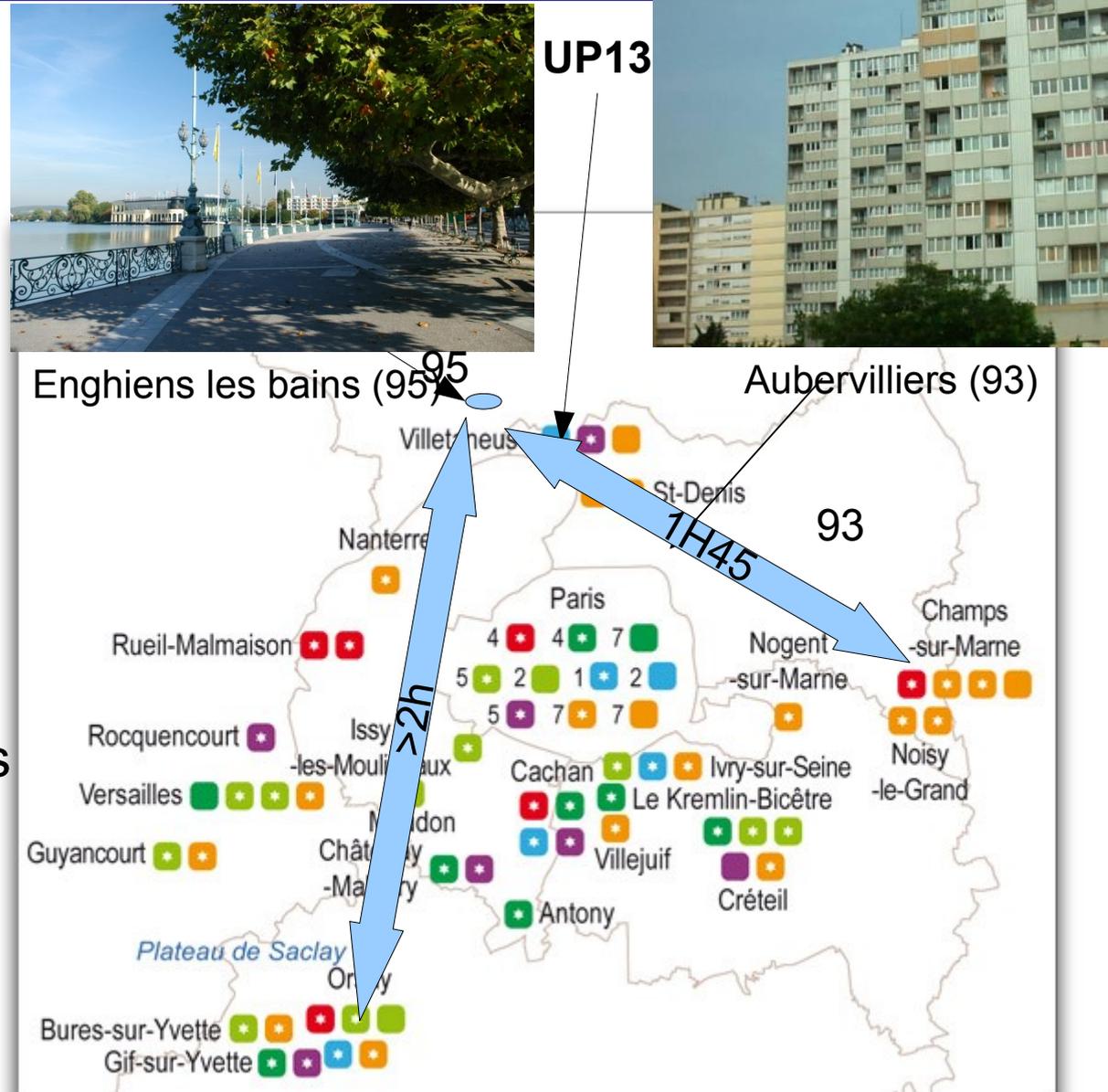


1. Contexte



1.1 Localisation

- Nord de Paris
- Limite entre la Seine Saint Denis (93) et le val d'oise (95)
- Campus de Villetaneuse
- Origine modeste des étudiants
- Université pluridisciplinaire : Droit, SH, Médecine, Sciences (1 UMR, 1UPR)
- Distance avec les autres centres technologiques (Université de Marne la Vallée, Plateau de Saclay)
- **Aménagement du territoire ?**



Contexte



1.2 Origine sociale des étudiants



Tableau 1.1-Catégorie sociale du père (en %)

	Cergy-Pontoise	Marne-la-Vallée	Paris 13	Ile de France (2000)	France entière (2000)
CSP supérieures	38,2	39,1	30,8	44,0	33,4
CSP intermédiaires	25,5	27,6	27,8	28,5	31,5
CSP populaires	36,3	33,3	41,4	27,5	35,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Lecture : à Cergy-Pontoise, 38,2% des pères d'étudiants appartiennent aux CSP populaires.

Tableau extrait de : **Les conditions de vie des étudiants de trois universités franciliennes : Cergy-Pontoise, Marne-la-Vallée et Paris 13 - Enquête réalisée au printemps 2004 pour la Région Ile-de-France**

Février 2005 - Nadia Amrous, Louis Gruel et Ronan Vourc'h

http://www.ove-national.education.fr/medias/files/publications/conditions_de_vie_idf.pdf

1. Contexte



1.3 Objectif et motivations du projet

- **Objectifs : Créer une plateforme en nanotechnologies, microélectronique, optoélectronique**
- **Motivations :**
 - **Dimension d'aménagement du territoire**
 - **Assurer un positionnement de l'IUT**
 - Schéma LMD : DUT (BAC+2) \Rightarrow Lic. Pro. (BAC+3)
 - Renforcement de l'offre dans le domaine secondaire
 - Insertion professionnelle de haut niveau
 - Revendiquer le T de Technologie dans IUT
 - **Offrir un environnement technologique de pointe aux enseignants chercheurs du campus (notamment EC IUT)**

Contexte



UNIVERSITÉ PARIS 13

1.4 Rôle de l'IUT dans la création de la Salle blanche

- Projet initié en 2005
- Demande d'habilitation d'une Licence Professionnelle Electronique Optique et Nanotechnologies (obtenu en 2006)
 - Première promotion en 2007-2008
 - Retombées immédiates : Intérêt d'un Master Physique et Application, d'une Licence Electronique
- Au départ un projet à minima avec une petite salle blanche pour la pédagogie uniquement (~50 m²)
- Intérêt des laboratoires CNRS pour la plateforme technologique : Le projet grossis (200 m²)

Contexte



1.5 Rôle de l'IUT : Aspect Financier

- IUT premier financeur de l'opération (650k€)
- Effet de levier important sur les autres financements :
 - BQR,
 - CPER (1,6 M€),
 - FEDER (1M€),
 - 4 C'Nano Région IdF,
 - ANR,...
- Soutien du Directeur du Laboratoire de Physique des Lasers (UMR 7538) (VPCS)
- Création d'un IE et de 1 postes d'EC à l'IUT.

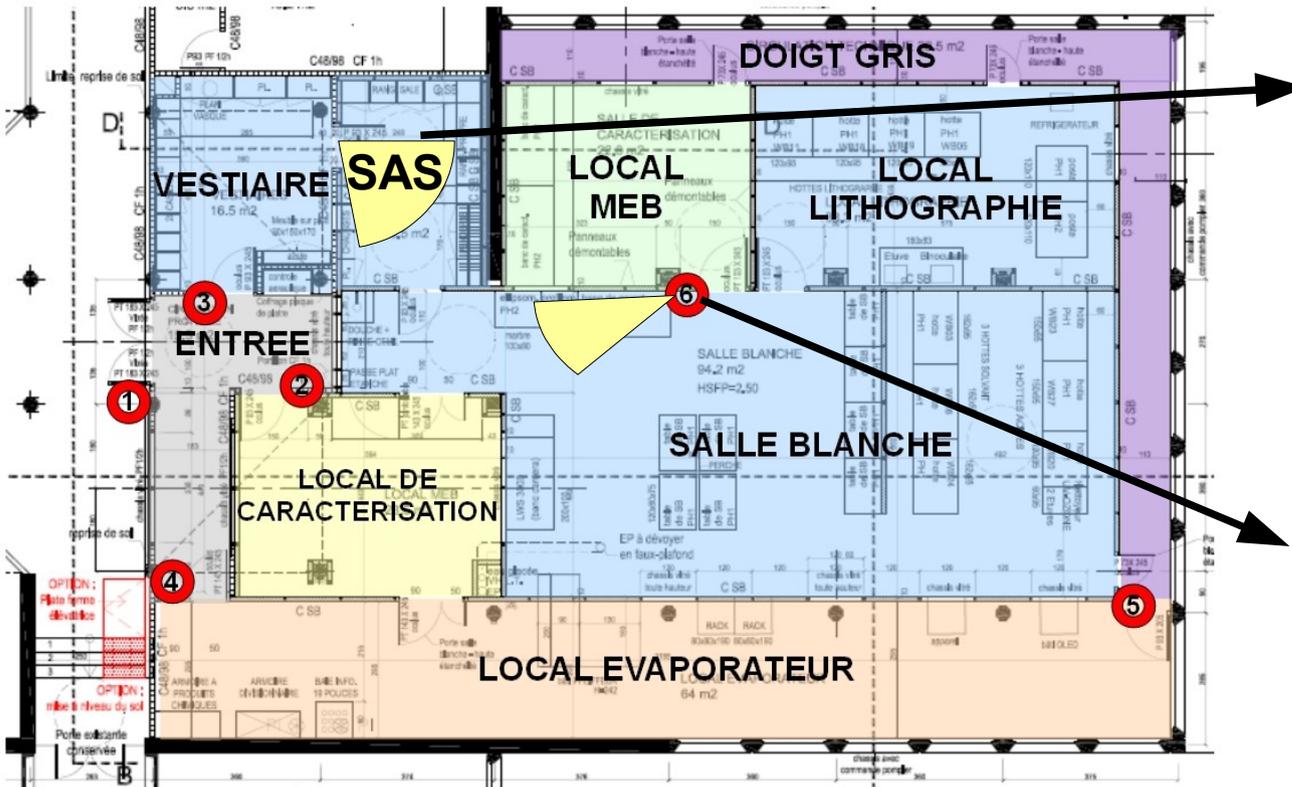
2- Description de la Centrale de Proximité en Nanotechnologies de Paris Nord : C(PN)2



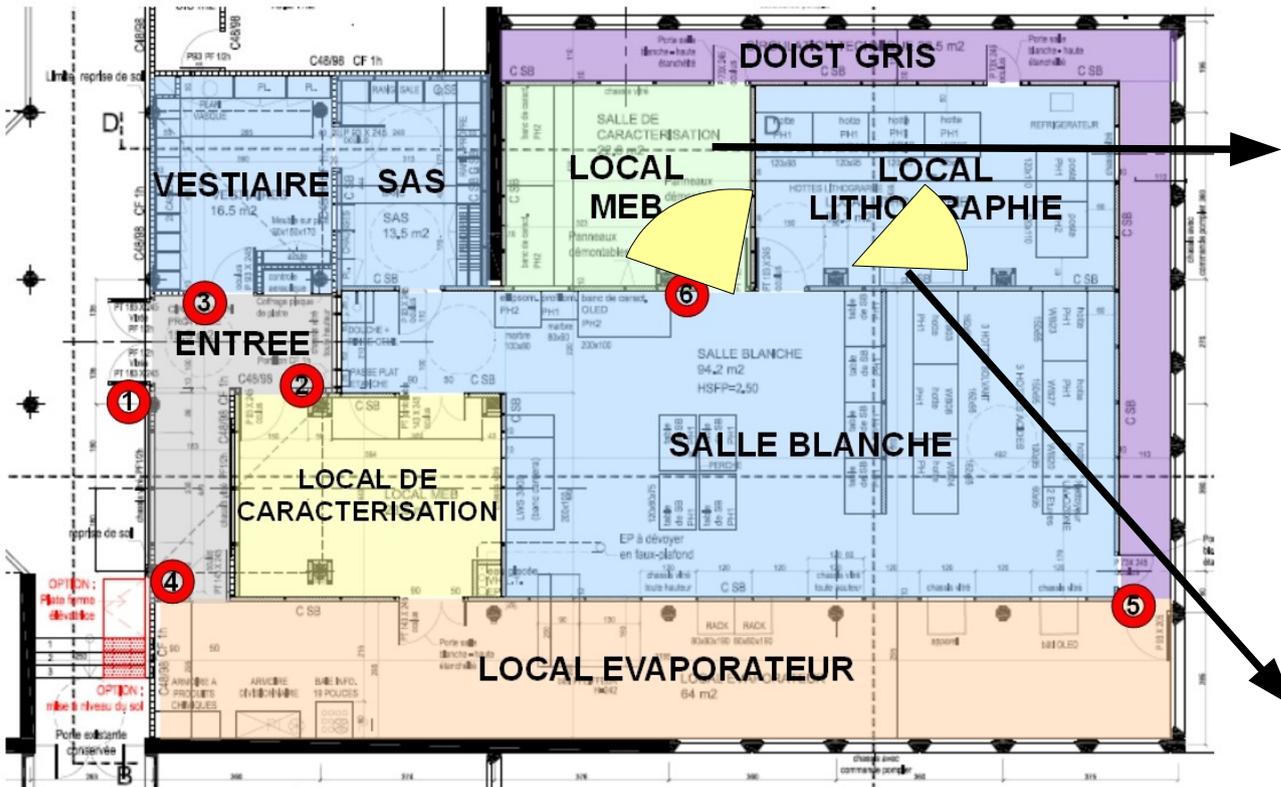
- Plateforme de 300 m²
- 200 m² en atmosphère contrôlée ISO 8
- 10 postes à flux laminaires ISO 5
 - Local de lithographie optique
 - Local de lithographie électronique
 - Zone chimie acides/Solvants
 - Local évaporateurs
- Spécificités : matériaux alternatifs pour la photonique et l'optoélectronique
 - Semiconducteurs organiques (OLED)
 - Diamants
 - Oxydes
- Labellisée par le CNRS en 2009 comme Centrale de Proximité.
- Inaugurée en Mars 2011



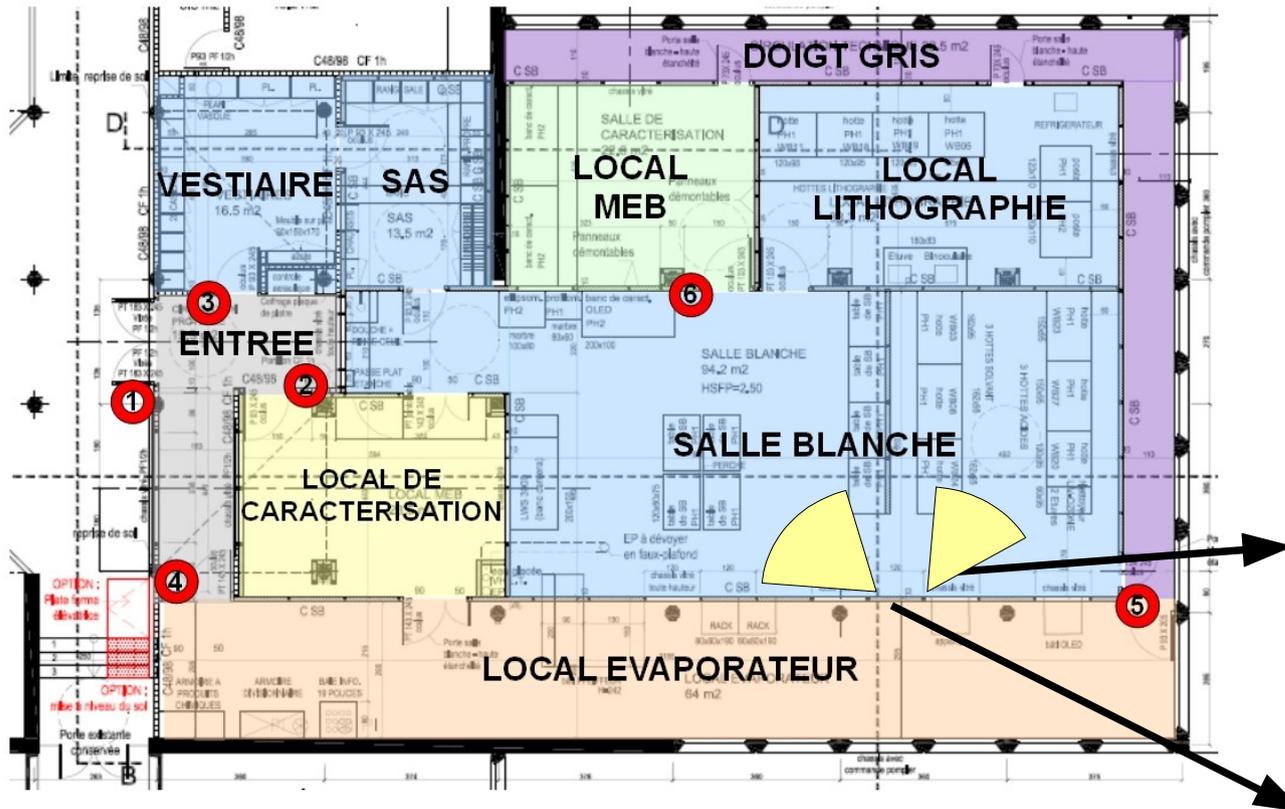
2- Description de la Centrale de Proximité en Nanotechnologies de Paris Nord : C(PN)2



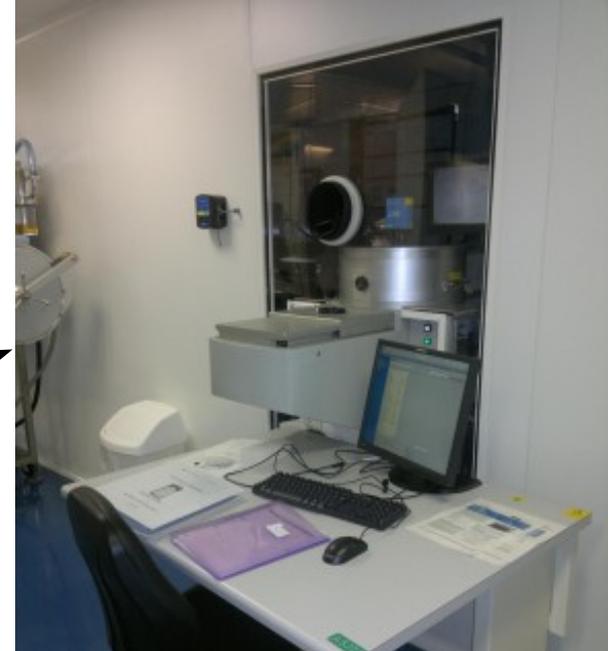
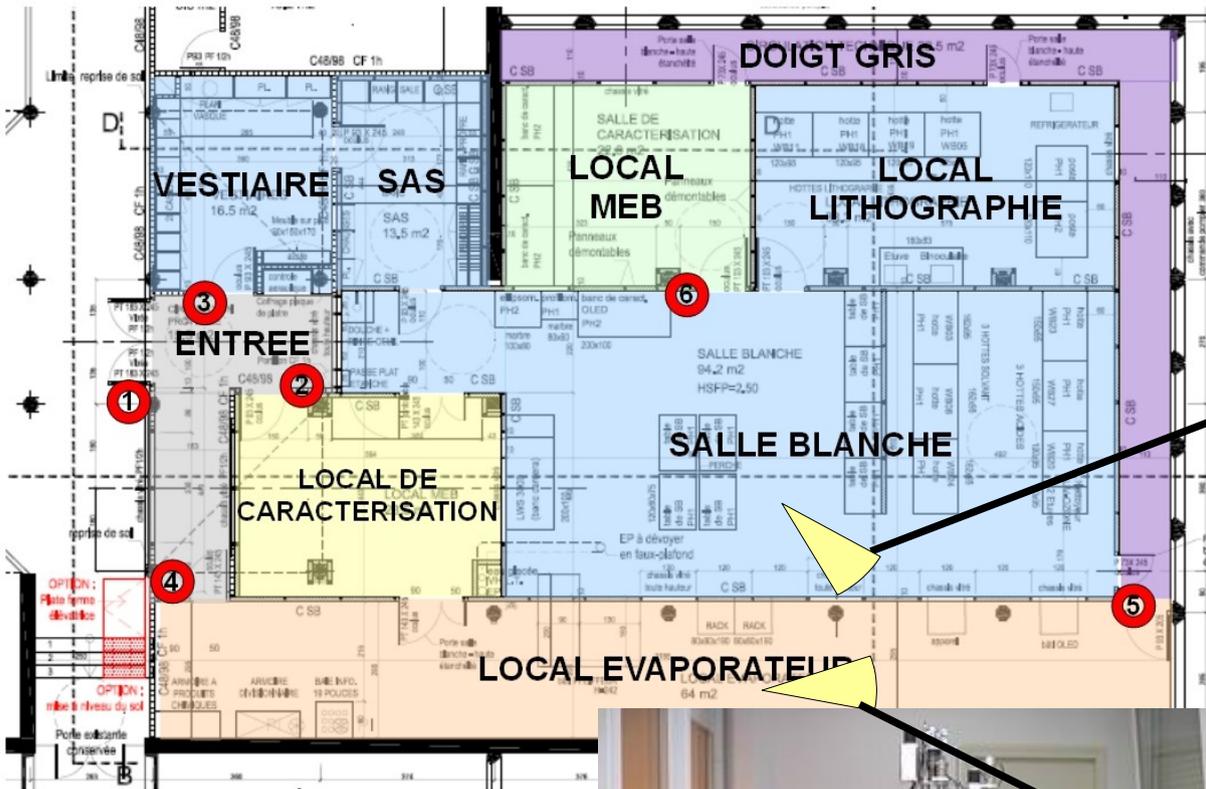
2- Description de la Centrale de Proximité en Nanotechnologies de Paris Nord : C(PN)2



2- Description de la Centrale de Proximité en Nanotechnologies de Paris Nord : C(PN)2



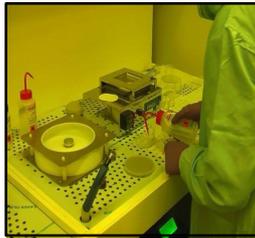
2- Description de la Centrale de Proximité en Nanotechnologies de Paris Nord : C(PN)2



1- Description : Les équipements de C(PN)2

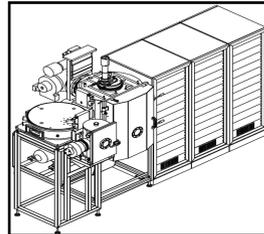


Les équipements de micro et nano-fabrication



10 Hottes à flux laminaire

Nettoyages
Gravure humide
Manipulation résine



Bâti d'évaporation par canon e- dépôt IAD (1,5KeV)

Pfeiffer – PLS580



Bâti d'évaporation par effet joule dépôt d'OLED

MHS Equipement
Boite à gant
Jacomex



Aligneur de masque

Karl Süss – MA100
Source UV : 400 nm



Bâti de gravure ICP

Corial – 200IL



Système de lithographie électronique

Pioneer Raith

Les équipements caractérisation



Microscope optique

Leica – LWS3000
Objectifs x5,x10,x20,
x50,x100 (ON 0.9)



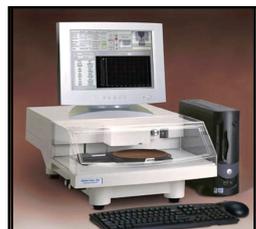
Testeur sous pointe

Keithley 2635A-2400
4 micromanipulateurs
Signatone S725



Microscope à Force Atomique-AFM

Nanosurf – Easyscan
Mode contact



Profilomètre mécanique

KLA-Tencor – Alpha-step IQ
Rayon pointe 5 µm



MEB + Cathodo-Luminescence

(Livraison fin 2012)

3- Les activités de C(PN)2



• 3.1 Pédagogie

- Licence professionnelle Electronique Optique et Nanotechnologies (IUT de Villetaneuse)
 - Formation initiale (Diplômant) - 12 étudiants
 - Formation continue (Diplômant) – jusqu'à 12 étudiants
 - Accès CNFM (travaux pratiques)
- Licence Sciences Pour l'Ingénieur – Parcours Nanotechnologies (Diplômant)
- Master Physique et Nanotechnologies (Diplômant)



3- Les activités de C(PN)2



3.1 Pédagogie : Travaux pratiques

• Microfabrication

- Photolithographie
- Lithographie électronique
- Gravure plasma
- Dépôts de couche mince,...



• Caractérisation

- Microscopie électronique
- Profilométrie
- Microscopie à Force Atomique (AFM)
- Microscopie électronique
- ...



3- Les activités de C(PN)2



Le devenir des étudiants

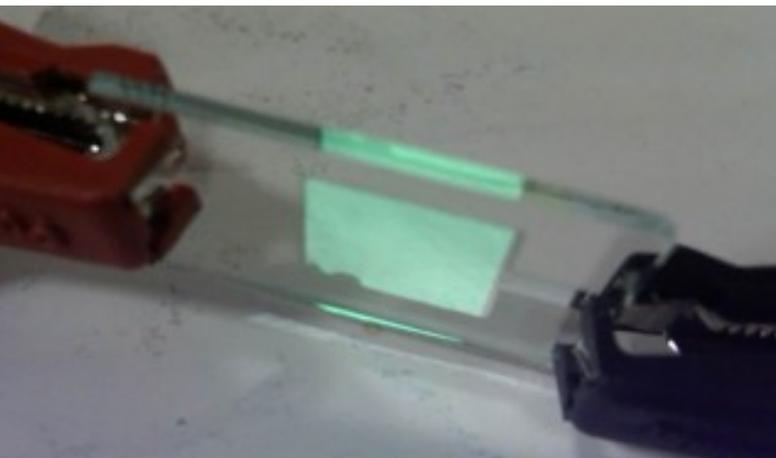
- **Salim Iratni (Promotion 2010-2011)** : Issu d'un BTS systèmes électronique, j'ai rejoint la formation en licence professionnelle Electronique, optique et nanotechnologies à l'IUT de Villetaneuse afin de développer une partie de l'électronique que je n'avais pas vue pendant le BTS. A la suite de cette formation, j'ai effectué un stage chez **Lumière + Nature (Panavision)**. Depuis novembre 2011, je suis **ingénieur Radio fréquence** en CDD de 2 ans (avec possibilité d'embauche) à l'**institut de physique nucléaire/CNRS d'Orsay**, où je réalise des tests de performance sur des composants de hautes technologies et l'autre partie de mon temps je fais de la R&D.
- **Delphine Lanteri (Promotion 2008-2009)** : Avant la licence pro Nano j'ai effectué un **BTS génie optique photonique au lycée Fresnel** à Paris. J'avais plusieurs options concernant la poursuite de mes études en licence pro. J'ai opté pour cette licence pour la formation salle blanche ce qui m'a été très bénéfique. Le stage de licence s'est déroulé à la **Sagem Reosc** sur la mise à niveau d'un insolateur pour substrat de grandes dimensions (12"). 10 jours après la fin de mon stage j'ai été embauché chez **3S photonics** à Nozay en CDD de 5 mois sur la caractérisation de laser modulateur avant et après mises sous module (responsivité, BER etc....). Aujourd'hui je suis en **CDI depuis 2 ans et quelques mois chez Alcatel-Lucent Bell Labs France au III-V lab (GIE Alcatel-Thalès CEA Leti)**. J'aime beaucoup mon métier parce que je suis autonome, qu'il y a ce mélange industrie+recherche et que c'est un travail vraiment très intéressant.
- **Mohammed Ziouche (promotion 2009-2010)** : Avant de faire la licence LP nano j'étais en **prépa scientifique** et je ne voulais pas continuer dans de longues études, je voulais faire une formation technique riche et qui débouche sur du concret. En licence LP nano, j'ai appris à travailler et à m'organiser avec rigueur. Les enseignements m'ont permis de faire beaucoup de découvertes scientifiques (technologie de plasma et le dépôt de couche mince), j'ai effectué à la fin de l'année un stage de trois mois dans le bureau de recherche et développement de l'entreprise **CORIAL** comme **technicien process** à Grenoble. Juste après le stage j'ai eu une offre d'emploi par l'entreprise dans laquelle j'ai effectué mon stage. J'ai effectué depuis plusieurs missions chez **Dassault**.
- **Michal Marchewka (Promotion 2010-2011)** : Après un **BTS système électronique**, j'ai candidaté en Licence Professionnelle Electronique et Nanotechnologies à l'IUT de Villetaneuse où j'ai été accepté et où j'ai appris entre autre à travailler dans une salle blanche. Le stage de fin d'année s'est déroulé dans l'entreprise **Didalab** (www.didalab.fr) Après le stage j'ai continué pendant deux mois dans l'entreprise comme assistant ingénieur pour finir le projet et j'ai réussi à négocier un salaire de **1500€ net /mois**. En 2012, je suis retourné dans mon pays d'origine la Pologne où j'ai été recruté comme **ingénieur par l'Institut of Electron Technology** (http://www.ite.waw.pl/en/general_info.php). Je participe actuellement à de la recherche sur la récupération de l'énergie vibratoire sur l'oxyde de silicium. Parallèlement à mon travail à l'institut de recherche on me propose de poursuivre mes études en **master**.

3- Les activités de C(PN)2



3.1 Pédagogie : Projets tuteurés

- Thématique proche de la recherche
- Microstructuration par photolithgraphie
- Diode Electroluminescente Organique (OLED)
- Typiquement une OLED avec LOGO



3- Les activités de C(PN)2



3.2 La recherche académique

- Laboratoire de Physique des Lasers (LPL UMR CNRS 7538)
- Laboratoire des Sciences et des Procédés et des Matériaux (LSPM – UPR CNRS 1311)
- Labex SEAM (Sciences and Engineering for Advanced Materials)

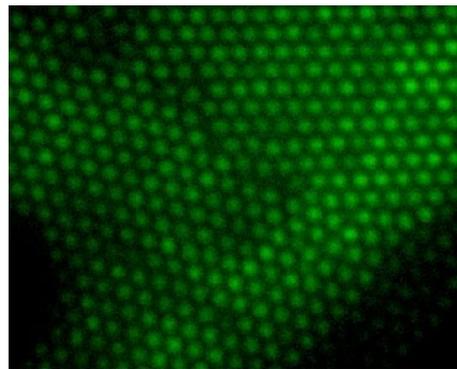
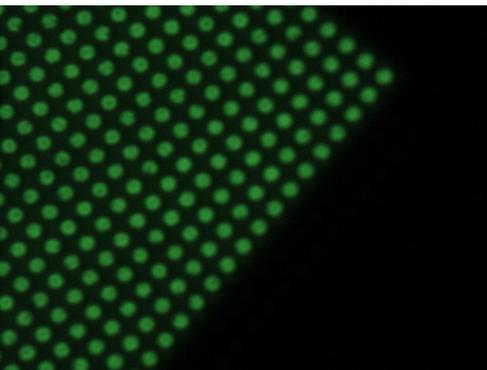
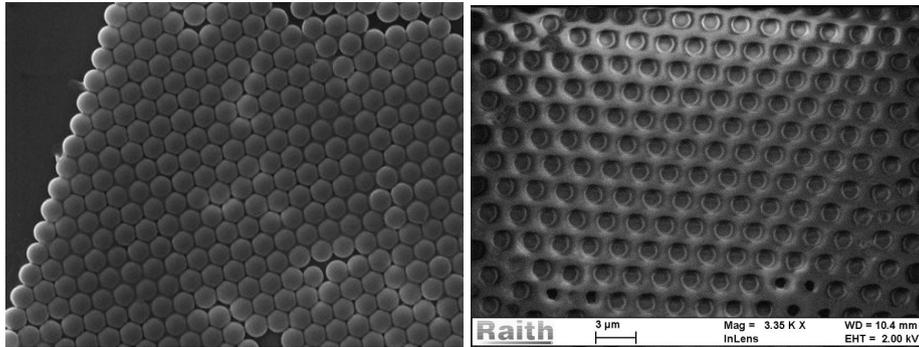
Thématiques de Recherche

- Diodes Electroluminescentes organiques (LPL)
- Diode laser à semiconducteur organique (LPL)
- Nanoparticules et Nanostructures photoniques (LPL)
- Nanostructuration du diamant (LPL LSPM)

3- Les activités de C(PN)2



3.2 Recherche académique : Exemples de micro et nanostructurations



Micro OLED

PON- LPL

Réalisation : lithographie optique / bâti OLED

Diamètre 5µm

Jeudi 13 juin 2013

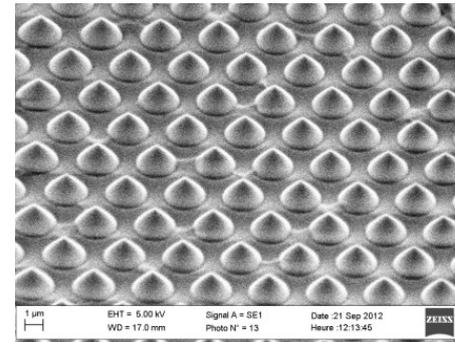
Lithographie

Avec nanoparticules

PON du LPL

Réalisation : lithographie optique /

bâti OLED

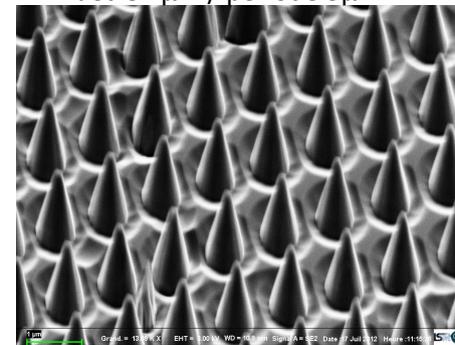


Patterned sapphire substrate (PSS) 175nm, pas = 200nm

CPN² en partenariat avec Corial

Réalisation : lithographie optique / bâti gravure

Diamètre 2µm / période 3µm

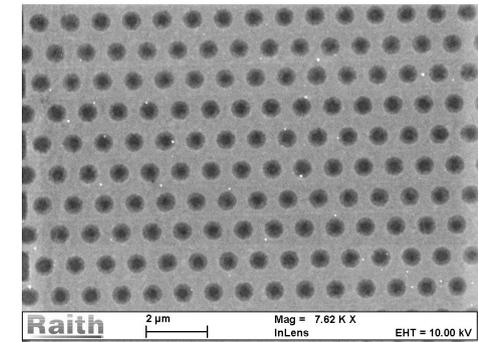


Structuration du Diamant

Equipe PEMA du LSPM

Réalisation : lithographie électronique / bâti gravure

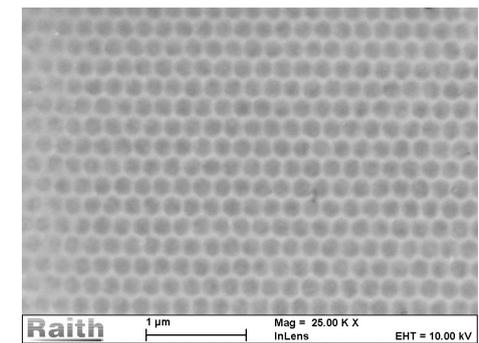
trous 500 nm, pas = 1µm



Cristaux photoniques d'ITO

Equipe PON du LPL

Réalisation : lithographie ebeam / gravure plasma



3- Les activités de C(PN)2



Une exemple d'activité de recherche : Les diodes électroluminescentes organiques

- Contexte : Semiconducteur organique
- Prix Nobel de Chimie en 2000 pour les polymères conducteurs Heeger et Shirakawa
- Certains composés chimiques organiques offrent une conduction qui permet la réalisation de composants électroniques et organiques.
- Applications optoélectroniques commerciales : Display, éclairage, photovoltaïque, des capteurs,...
- Le seul composant optoélectronique non démontré : La diode laser organique



3- Les activités de C(PN)₂

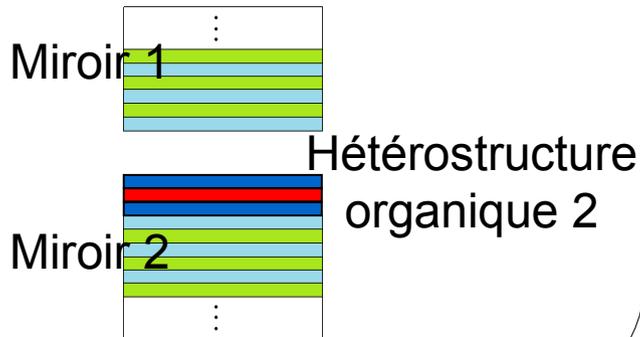


ANR OLD-TEA 090701 : Organic Laser Diode – A Threshold-Less Experimental Approach

Axe 1

**Microcavité verticale 1D
(confinement 1D)**

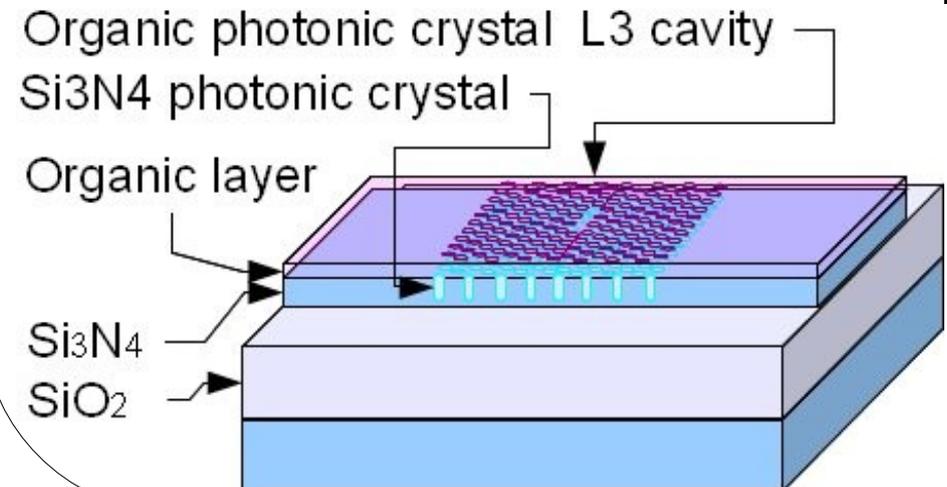
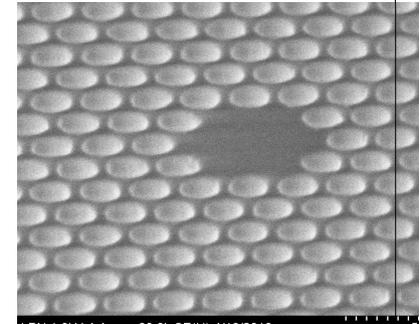
Facteur de qualité Q élevé
Cavité étendue
Pompage électrique



Axe 2

**Cristal photonique 2D
(confinement 2D)**

Cavité de type défaut
dans le CP



3- Les activités de C(PN)₂



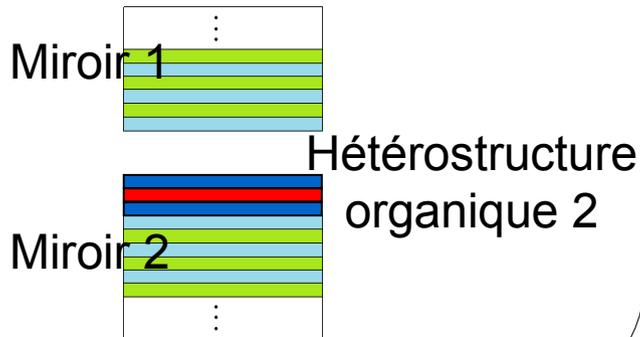
ANR OLD-TEA 090701 : Organic Laser Diode – A Threshold-Less Experimental Approach

Axe 1

**Microcavité verticale 1D
(confinement 1D)**

Facteur de qualité Q élevé
Cavité étendue

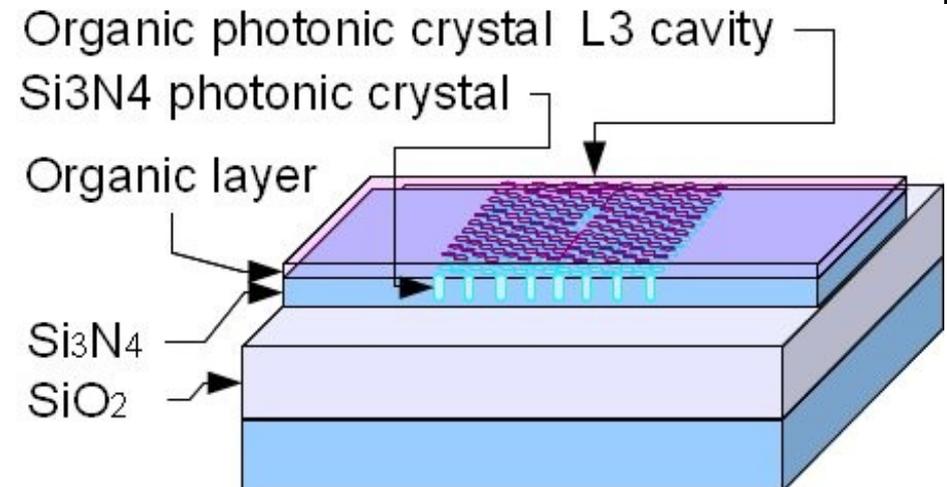
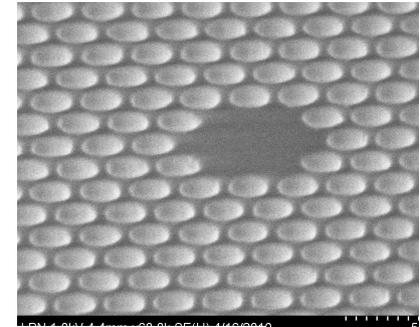
Pompage électrique



Axe 2

**Cristal photonique 2D
(confinement 2D)**

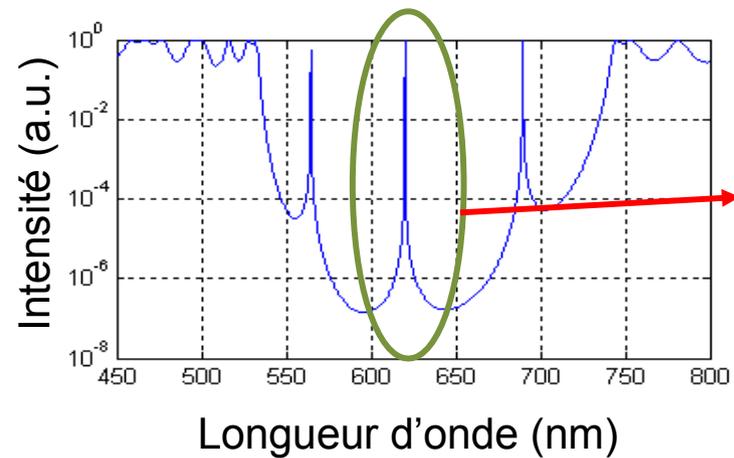
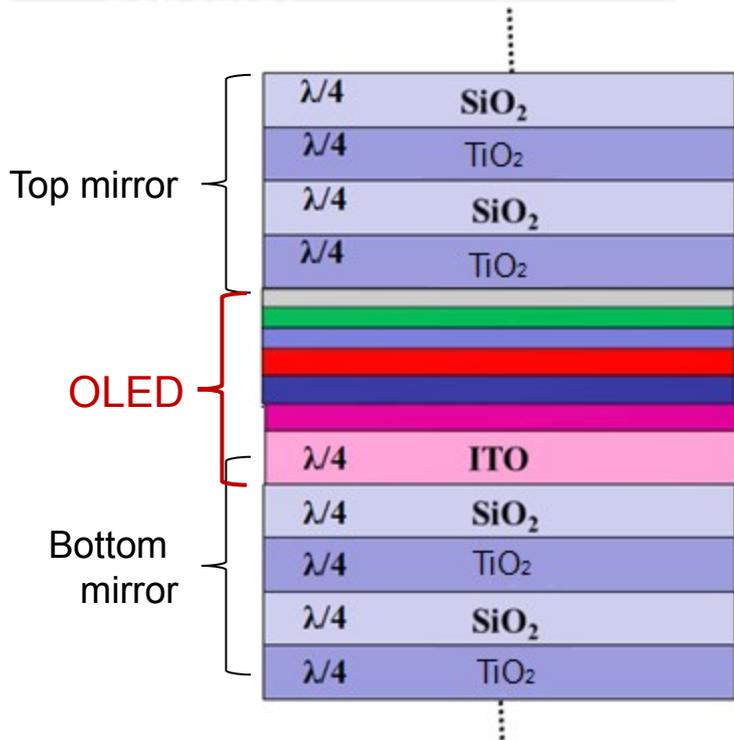
Cavité de type défaut
dans le CP



3- Les activités de C(PN)2



OLED en microcavité,



3- Les activités de C(PN)2



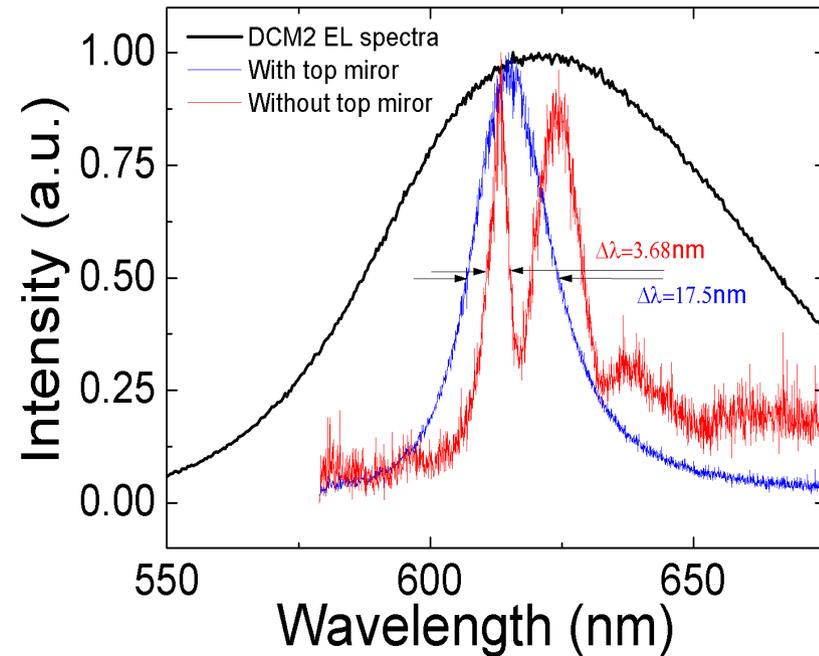
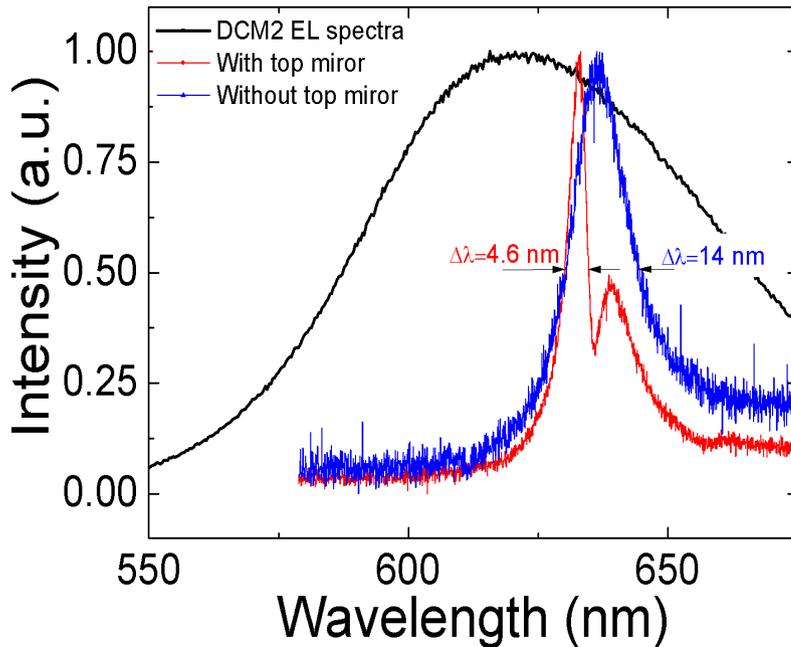
Oled en cavité complète, variation de l'épaisseur d'aluminium:

$e_{Al} = 15 \text{ nm}$

$e_{Al} = 12 \text{ nm}$

m-MTdata(50nm)/NPB(15nm)/Alq3:DCM2@1%(30nm)/Alq3(35nm)/LiF(2nm)/Al(15nm)

m-MTdata(45nm)/NPB(20nm)/Alq3:DCM2@1%(30nm)/Alq3(35nm)/LiF(2nm)/Al(12nm)



$$e_{Al} = 15 \text{ nm} \Rightarrow \text{FWHM} = 4.6 \text{ nm} \left(Q = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = 136 \right)$$

$$e_{Al} = 12 \text{ nm} \Rightarrow \text{FWHM} = 3.68 \text{ nm} \left(Q = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = 166 \right)$$

3- Les activités de C(PN)₂



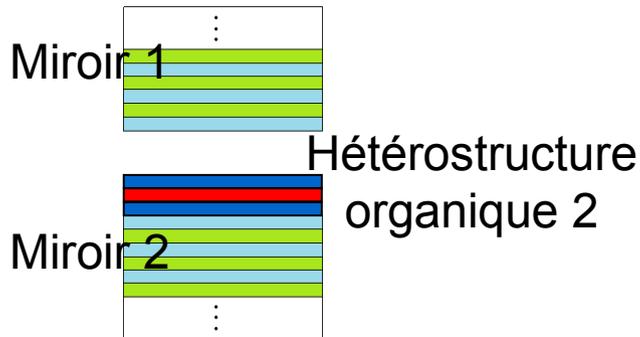
ANR OLD-TEA 090701 : Organic Laser Diode – A Threshold-Less Experimental Approach

Axe 1

**Microcavité verticale 1D
(confinement 1D)**

Facteur de qualité Q élevé
Cavité étendue

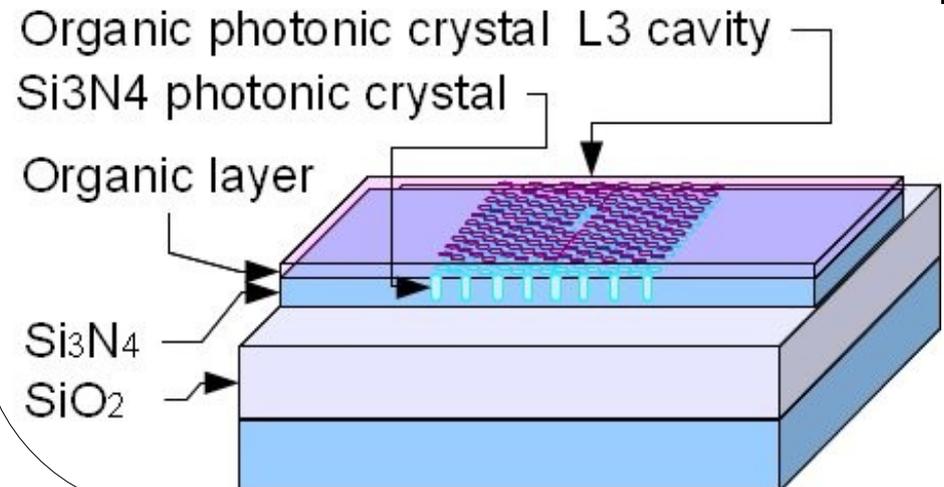
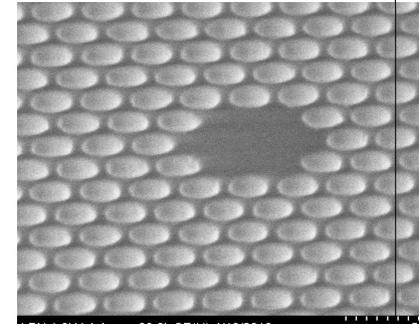
Pompage électrique



Axe 2

**Cristal photonique 2D
(confinement 2D)**

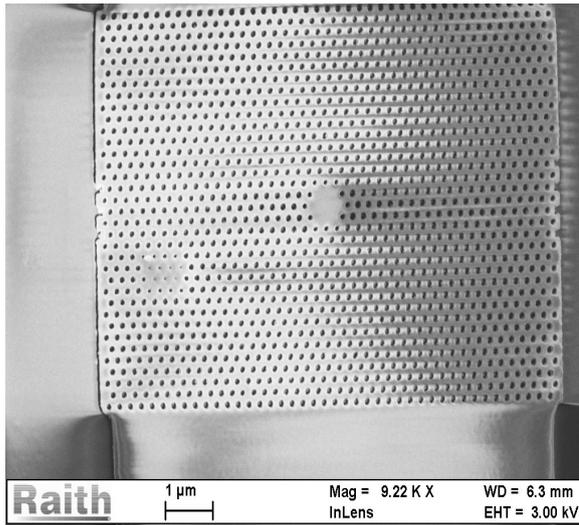
Cavité de type défaut
dans le CP



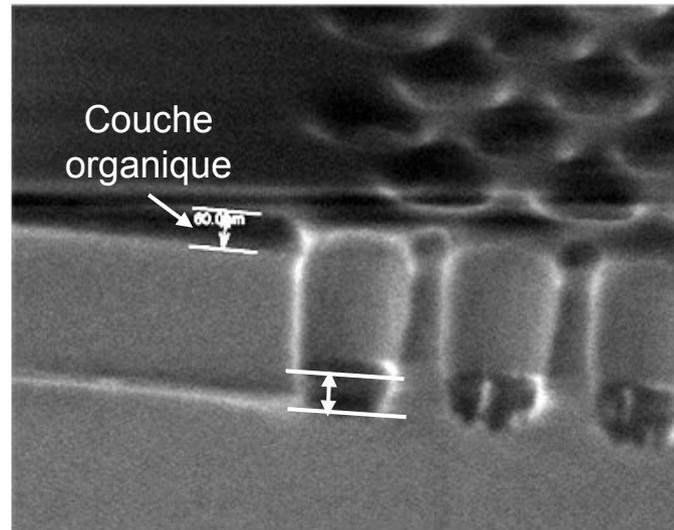
3- Les activités de C(PN)₂



Image MEB du CP avec une couche organique



Vue de dessus



Vue de coupe

Pas de modification du diamètre des trous
Transfert du profil à la couche organique
Dépôt uniforme sur et dans la structure photonique

Optically pumped lasing from organic two-dimensional planar photonic crystal microcavity, F. Gourdon, M. Chakaroun, N. Fabre, J. Solard, E. Cambriil, A.-M. Yacomotti, S. Bouchoule, A. Fischer and A. Boudrioua, APPLIED PHYSICS LETTERS 100, 213304 (2012)

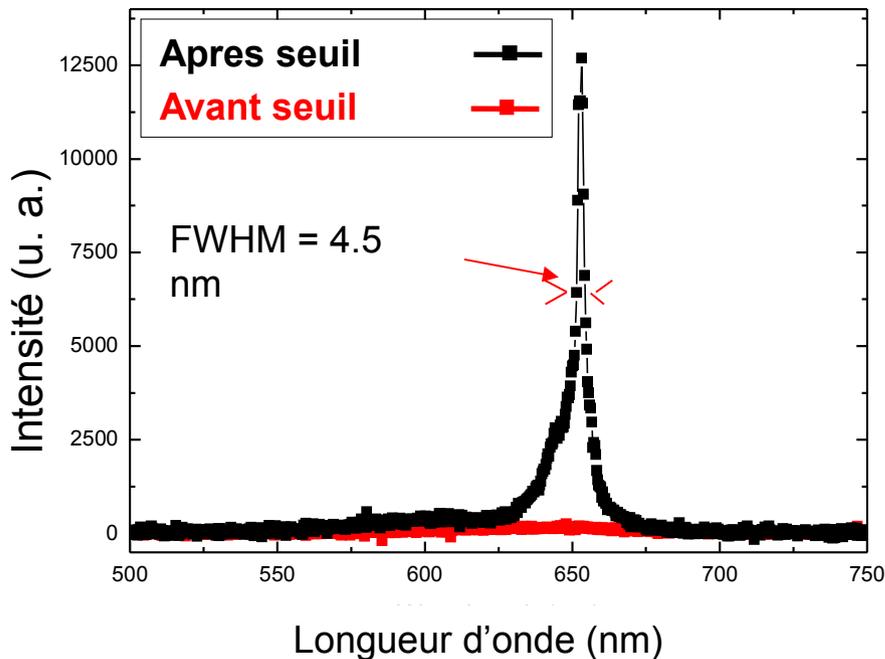
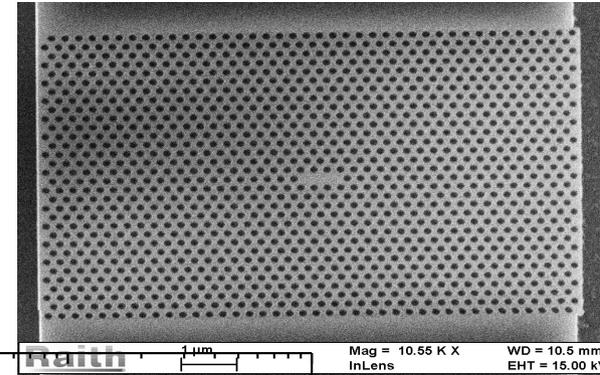
3- Les activités de C(PN)₂



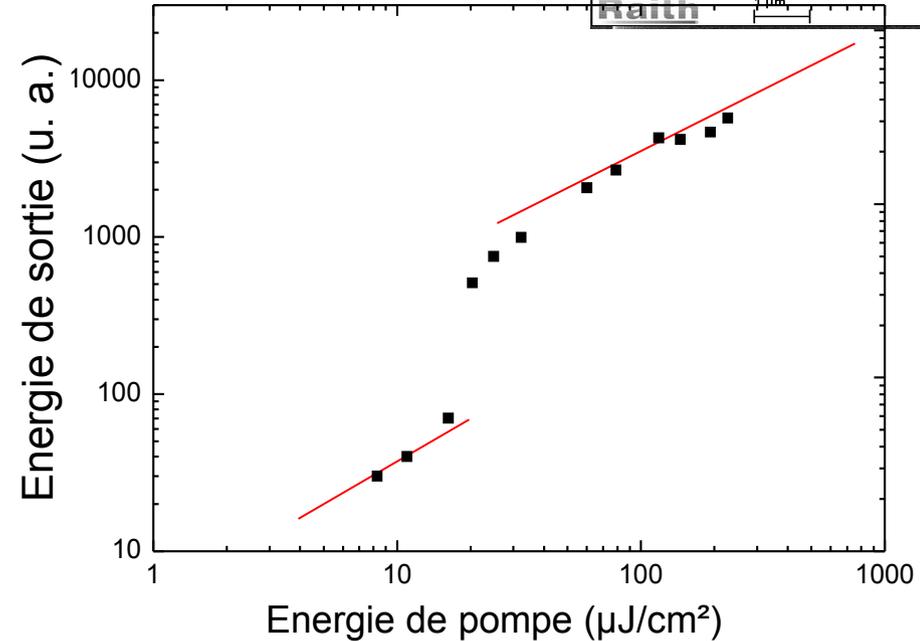
Cavité L3 (250-150)

Pompage optique : 355 nm

- Pulsation : 10 Hz Durée du pulse : 6 ns
- Couche organique : **150 nm**



Spectre d'émission de la microcavité **avant** et après le seuil laser



Energie d'émission en fonction de l'énergie de pompe pour une cavité de type L3

Jeudi 13 juin 2013 Pic : 653 nm

Seuil : 20.4 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$

3- Les activités de C(PN)2



- **Partenariats Université-Entreprise**
 - Accès à la salle blanche via un étudiant déjà habilité
 - Accès aux domaines de compétences des équipes impliquées dans le projet
 - Etudes courtes (dégrossir un sujet) (quelques semaines) : Stage de Licence Professionnelle (Adveotec, Corial,...)
 - Etudes de faisabilité ou de caractérisation (6 mois) : Stage de Master : (Saint Gobain Recherche,...)
 - Etudes approfondies (3 ans) : Thèse CIFRE : (3S photonics...)

Conclusion



- Centrale de Proximité en Nanotechnologies de Paris Nord
 - 200 m², ISO8, équipements de micro et nanostructuration
 - Spécificité : Matériaux alternatifs pour l'optoélectronique et la photonique
- Activités pédagogiques
 - Licence professionnelle Electronique Optique et Nanotechnologies
 - Licence L3 parcours nanotechnologies, Master Physique et Nano
- Activités en recherche
 - 1 UMR (LPL), 1 UPR(LSPM), Labex SEAM (Matériaux)
 - Labellisation CNRS en 2009
 - Thématique OLED, Diode laser organique, nanostructuration du diamant
- Partenariats Université-Entreprise
 - CIFRE, Stage de Master,...