



ACA V

île de France



LERMA

Nano-dispositifs à l'Observatoire de Paris

Roland Lefèvre - LERMA

Colloque DIM ACAV 02 décembre 2015

Plan

Contexte : recherche en astrophysique

Centrale Technologique de l'Observatoire de Paris (CTOP)

Lithographie Electronique

Conclusion



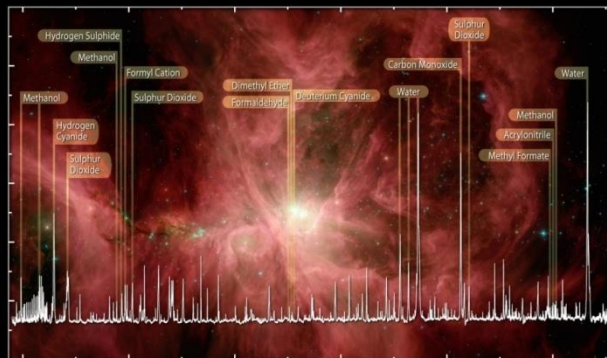
Contexte

Recherche en astrophysique

Recherche en astrophysique à l'Observatoire de Paris

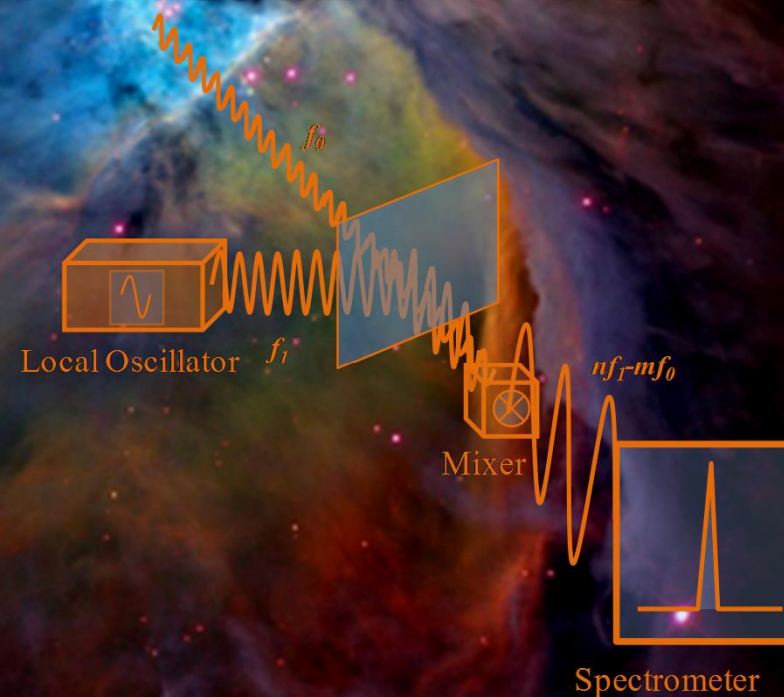
LERMA, GEPI, LESIA, LUTh

- détection hétérodyne THz
- simulation de choc radiatif
- coronagraphie
- optique adaptative



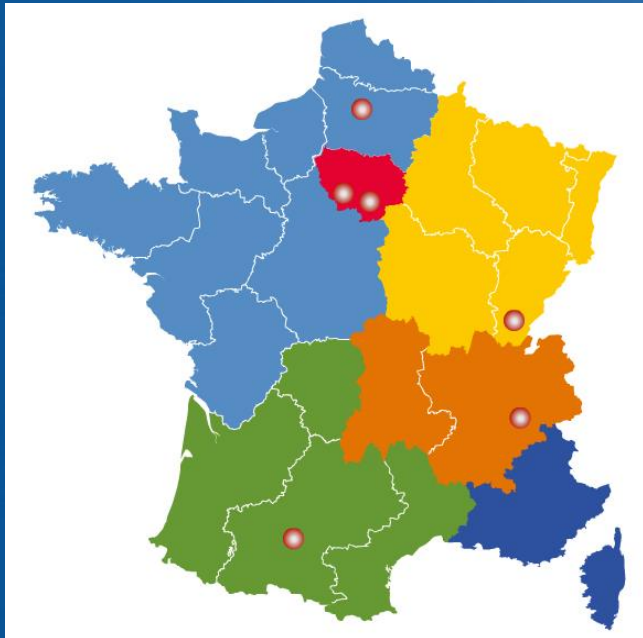
HIFI Spectrum of Water and
Organics in the Orion Nebula

© ESA, HEXOS and the HIFI consortium
E. Bergin



Centrale de Technologie de L'Observatoire de Paris

CTOP : positionnement national



Réseau des grandes centrales

- 6 réparties sur le territoire
- taille 800-1600 m²
- région parisienne : IEF-Orsay, LPN-Marcoussis



Réseau des centrales de proximité

- une 12aine sur toute la France
- taille 100-200 m²
- Paris Centre : **CTOP**, Paris 6, Paris 7, ENS, ESPCI

- ⇒ spécificité
- ⇒ complémentarité
- ⇒ mutualisation des moyens
- ⇒ ouverture au monde académique et industriel

CTOP : ensemble de moyens



CTOP : ensemble de moyens

130 m² de surface totale

- salle blanche iso 7
- salle inactinique
- salle grise
- salle de microlentille
- salle de microscopie électronique
- salle de montage cibles
- laboratoire de micromontage
- laboratoire d'optique
- salle de polissage et découpe

moyens humains

- 6 ITA

moyens de (micro-nano)fabrication

- dépôt par pulvérisation cathodique
- dépôt par évaporation
- gravure plasma
- photolithographie
- lithographie électronique
- microsoudes
- micromanipulateurs
- Å

moyens de caractérisation

- microscopes optiques
- loupes binoculaires
- microscope électronique
- profilomètre mécanique
- résistivimètre
- mesures DC sous-pointes
- Å



Lithographie optique

Salle inactinique



Hottes à flux laminaire Æ tournette
d'Enrésinement Æ plaques chauffantes



Aligneur de masques MJB4



PLASSYS MP700S

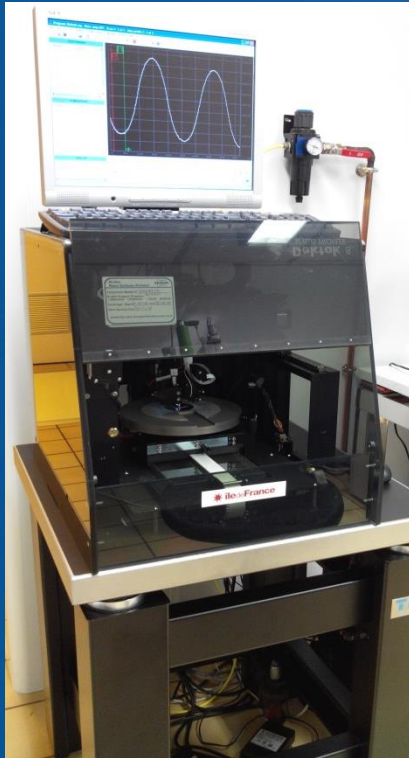
Dépôt couches minces possibles :
Al, AlO_x, AlN, AlN
Nb, NbN
NbTiN
MgO

Machine de pulvérisation cathodique à magnétron

- 4 cibles de diam. 6 pouces
- taille des substrats : jusqu'à 4 pouces
- vide limite 3×10^{-8} mbar
- alimentations DC et RF
- gaz de procédé : Ar, N₂ et O₂

Financement SESAME . (installé en 2012)

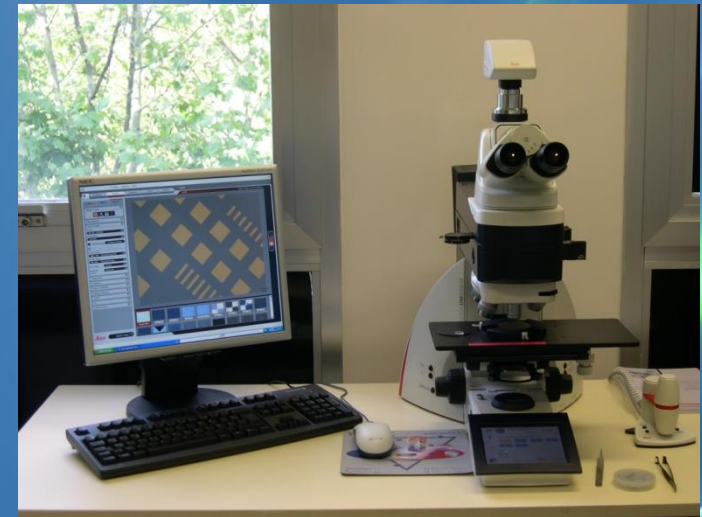
Caractérisation et post-procédé



Profilomètre mécanique
Veeco Dektak 9



Loupe binoculaire
+ micromanipulateurs
+ pointes de mesures DC



Microscope optique Leica

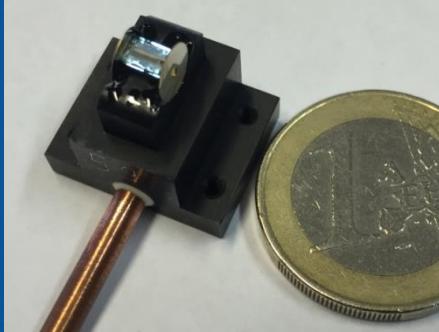


Microsoudeuses Kulicke & Soffa 4123

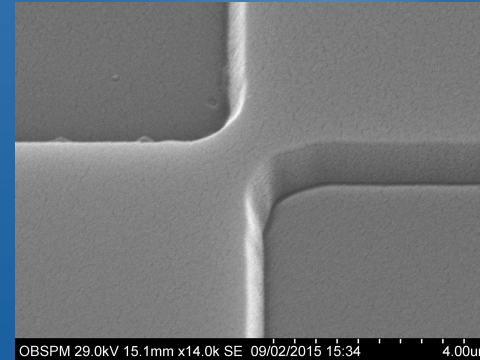


Microscie DISCO DAD 321

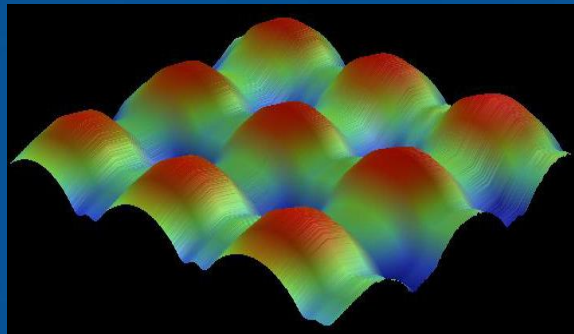
CTOP : exemples de réalisations



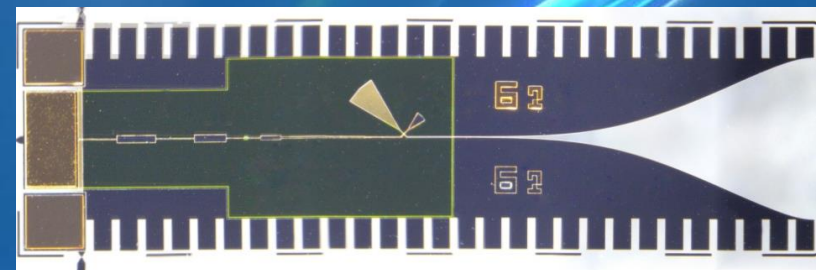
Cibles pour l'étude des
chocs radiatifs
*Luth, LERMA Obs.
Paris ,
LULI-Polytechnique
GEPI - P. Barroso*



Coronographe 4
quadrants, écrans
de phases.
*LESIA-Obs. Paris,
ONERA, LAM
GEPI - J. Firminy*



Trame de microlentilles
*GEPI, LESIA-Obs.
Paris, ONERA, LAM
GEPI - F. Reix*

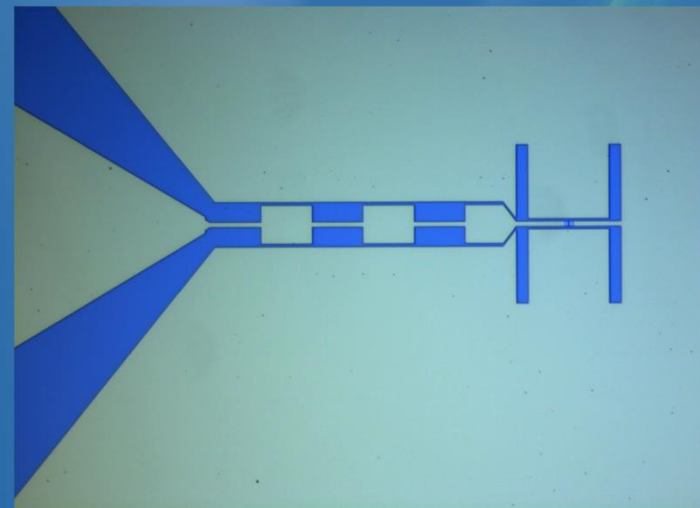


Mélangeur SIS 230 GHz - *Université d'Oxford*
GEPI - C. Chaumont

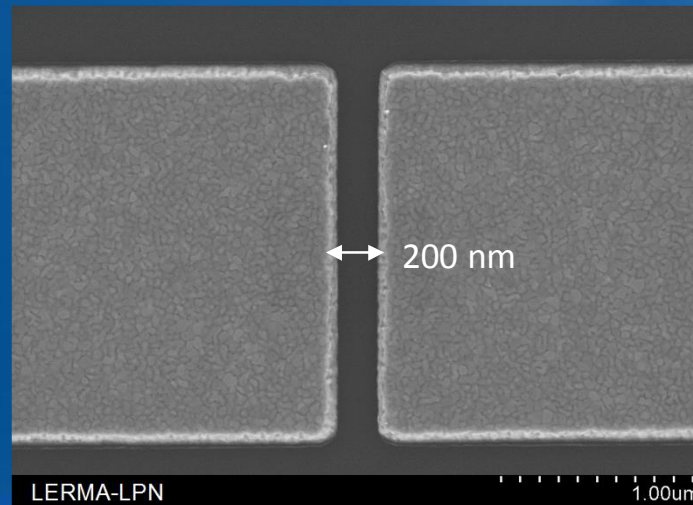
Mélangeurs HEB (LERMA & R. Lefèvre)



antenne spirale 1.3-1.6 THz

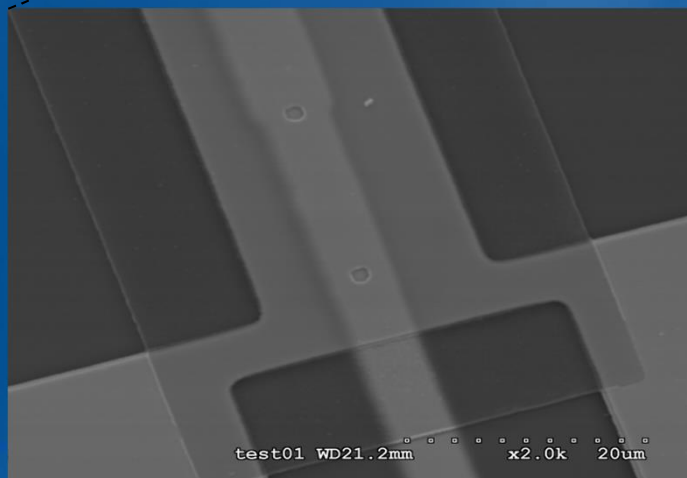
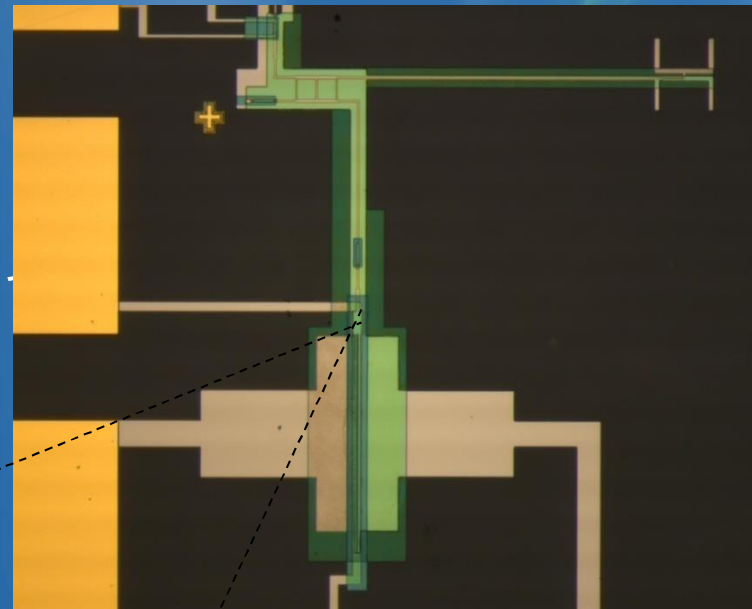
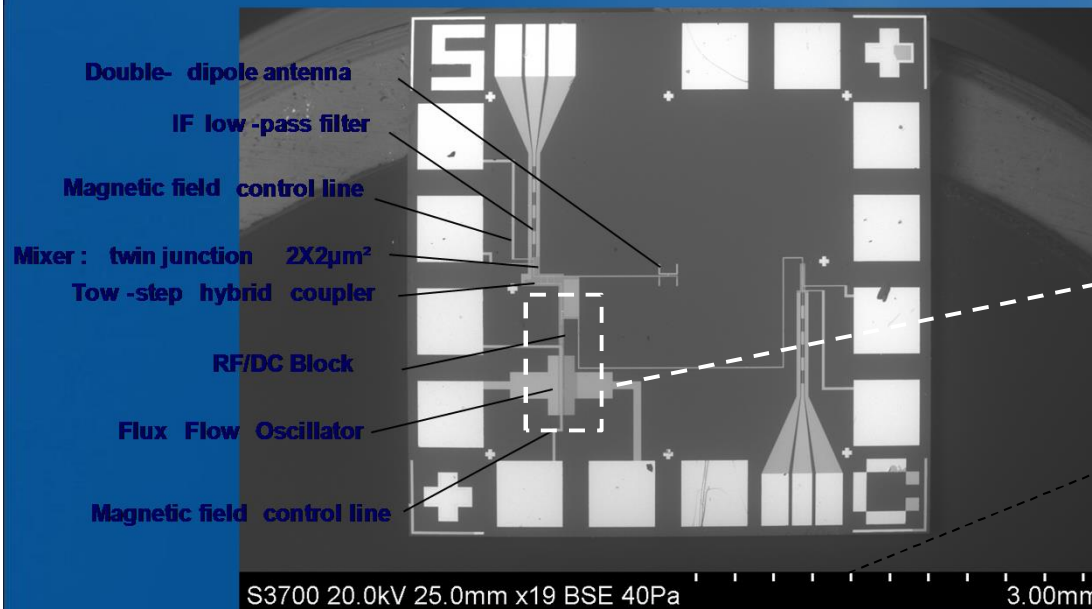


antenne double-fentes 1.25 THz

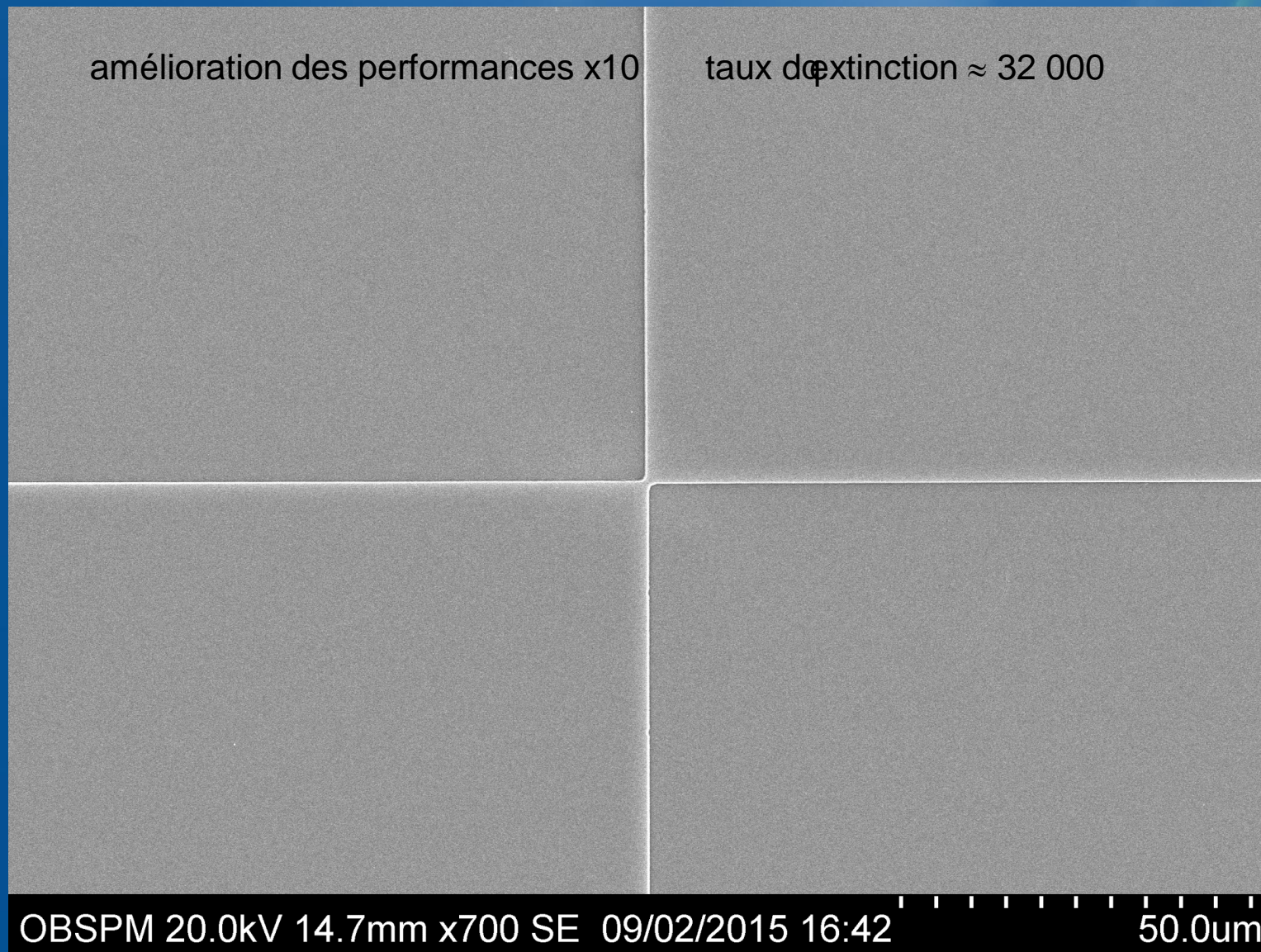


nano-pont HEB de 200 nm de long

Récepteur intégré SIS (LERMA È F. Boussaha)



Coronographe 4 quadrants monochromatique (coll. LESIA È P. Baudoz)



Coronographe 4 quadrants monochromatique (coll. LESIA É P. Baudoz)

amélioration des performances x10

taux d'extinction $\approx 32\ 000$

on atteint la limite possible en lithographie optique

incl. 30°

OBSPM 29.0kV 15.1mm x14.0k SE 09/02/2015 15:34 4.00um

Lithographie Electronique à l'Observatoire de Paris

Différents types d'équipements de lithographie électronique

masqueur électronique

- coût ~ 1 M€
- tension 50-100 kV
- dimension critique < 10 nm
- alignement des motifs < 50 nm
- positionnement : platine interférométrique
- taille échantillon : 1cm² à diam. 200mm
- grande stabilité des conditions d'exposition



système complet avec colonne de MEB standard

- coût ~ 500-800 k€
- tension 30 kV
- dimension critique ~ 20 nm



MEB équipé d'un kit (carte électronique + obturateur électrostatique + logiciel)

- coût ~ 30-100 k€
- dimension critique ~ 50 nm
- alignement des motifs ~ 100 nm
- positionnement : platine mécanique



Kit de Lithographie Électronique

AAP DIM ACAV Petits et Moyens Équipements 2013

- ” coordonnateur : Roland Lefèvre
- ” équipes impliquées : LERMA (GEMO), GEPI (R&D Pôle Instrumental)

Financement

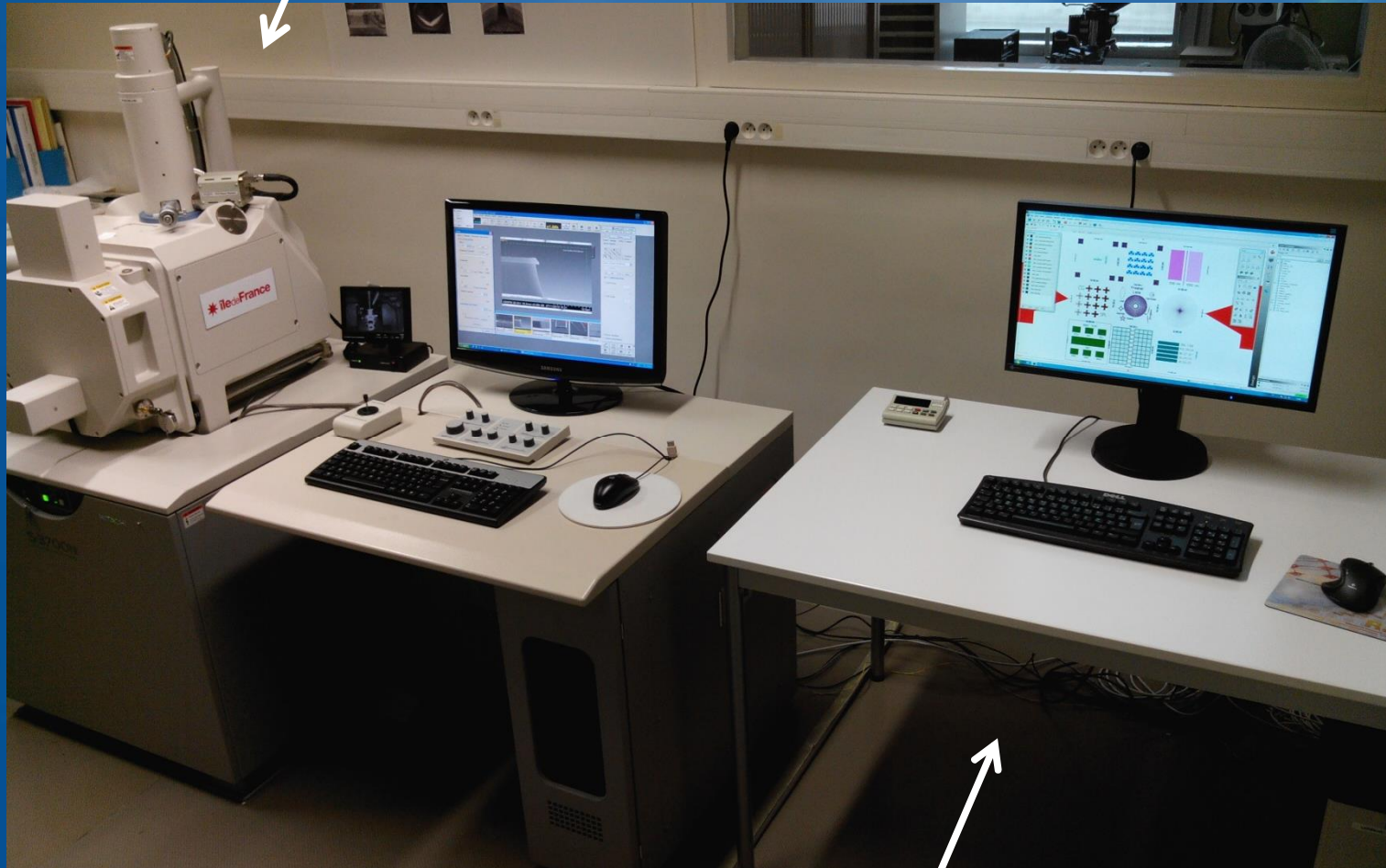
- ” prix équipement HT : 49 500 ”
- ” obtenu DIM ACAV : 24 241 ”
- ” co-financement : 25 259 ” (fonds propre du LERMA)

Calendrier

- ” notification du marché : novembre 2013
- ” installation : mars-avril 2014
- ” formation : 2^e semestre 2014

Microscope électronique à Balayage - Hitachi S3700N (2009)

financement CPER

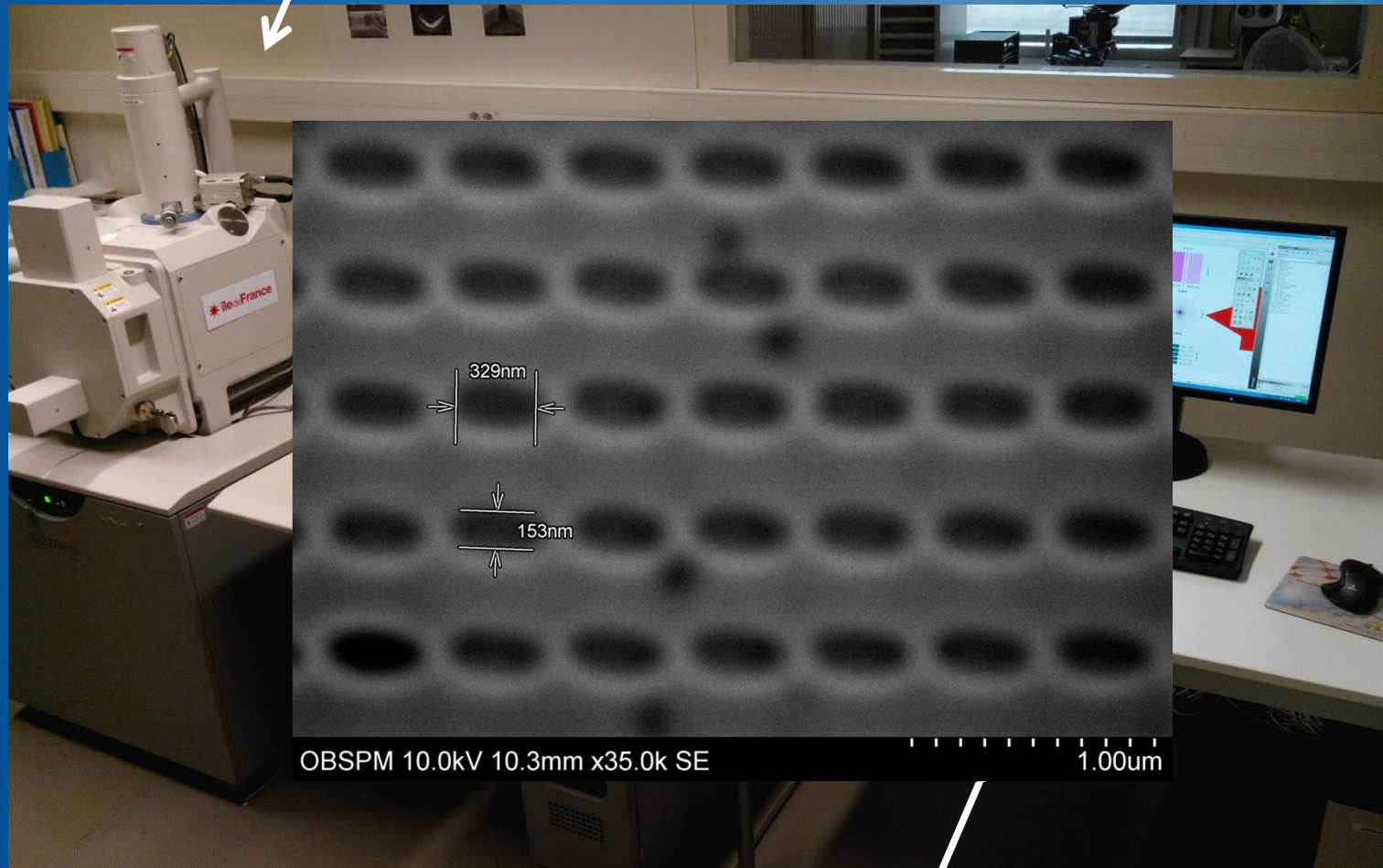


Kit de Lithographie Électronique Ë Raith Elphy Quantum (2014)

financement DIM ACAV

Microscope électronique à Balayage - Hitachi S3700N (2009)

financement CPER



Kit de Lithographie Électronique Æ Raith Elphy Quantum (2014)

financement DIM ACAV

Perspectives

- **Imageur THz (SIS et HEB)** en technologie quasioptique et guide d'ondes

LERMA : MILLIMETRON, FIRI, NOEMA

=> demande CNES 2016 détecteurs HEB (présélectionnée)

- **Composants optiques**: microlentilles, coronographes chromatiques et achromatiques

LESIA . GEPI . ONERA . CILAS- ImagineOptic

- **Matrices de bolomètres** supraconducteurs pour la détection directe

APC . IEF

- **Electronique ultra-rapide** RSFQ (Rapid-Single-Flux-Quantum)

LAHC - Université de Savoie

Conclusion

Recherche en astrophysique nécessite

composants électroniques et optiques
de taille micro-nanométrique

Centrale de Technologie de l'Observatoire de Paris (CTOP)

ensemble cohérent de moyens micro-nano fabrication / caractérisation
dédiée principalement aux missions de l'Observatoire de Paris
ouverte aussi vers l'extérieur (recherche académique, industrie)

Lithographie Électronique

technique nouvelle à la CTOP
abaisser la barrière du micron !!!
ouvrir de nouveaux horizons !!!

Merci pour votre attention