

# Optiques de phase multi niveaux pour l'Optique Adaptative

S.Tisserand, S.Gautier, M.Hubert, F. Reversat

## SILIOS Technologies

Date de création : 2001  
Effectif : 8 personnes  
Localisation : Rousset (Aix en Provence)

### Activité :

#### COMPOSANTS



Scientific Laser  
Medical Laser  
Industrial Laser  
Astronomy  
Instrumentation

#### SYSTEMES



Instrumentation  
Ind. process control

Composants de phase obtenus par gravure de profils discrets dans des substrats optiques (silice, silicium, ZnSe, ...). Bande spectrale accessible : UV (193 nm) à IR lointain (8-14  $\mu\text{m}$ )

Beam Shapers

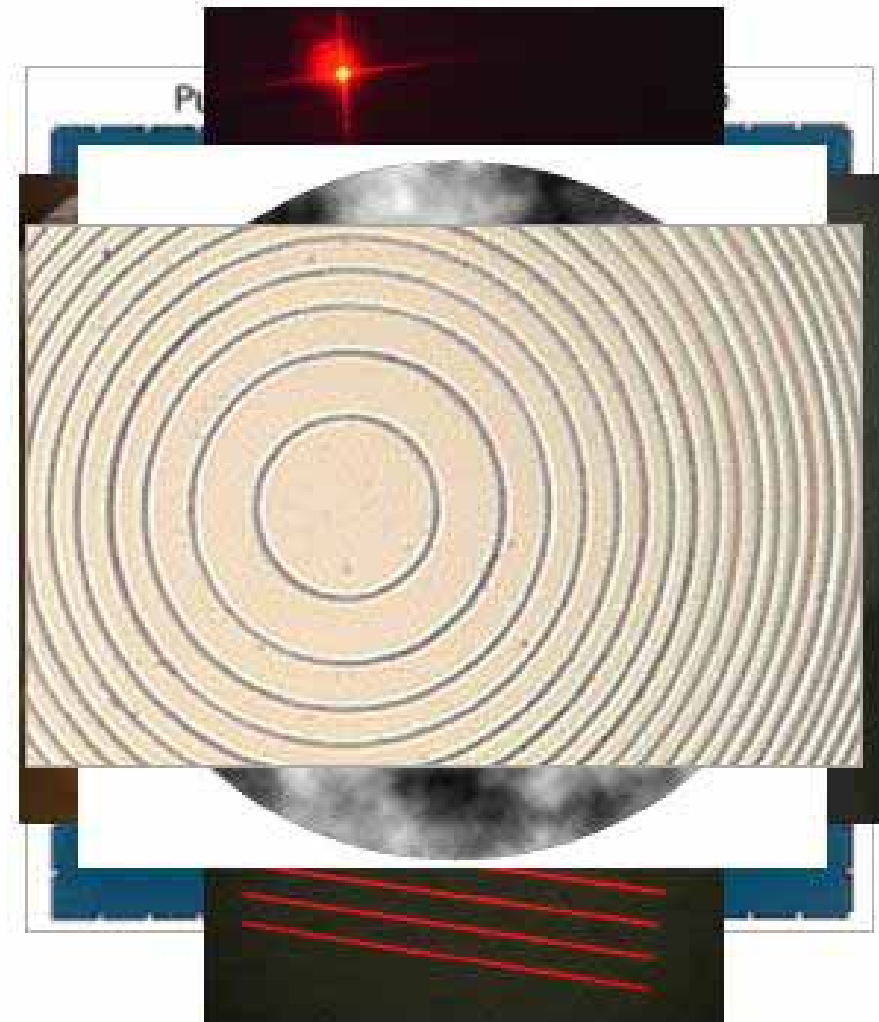
Lentilles de Fresnel

Ecrans de phase de Turbulences

Réseaux de microlentilles pour l'IR

Miroirs de phase

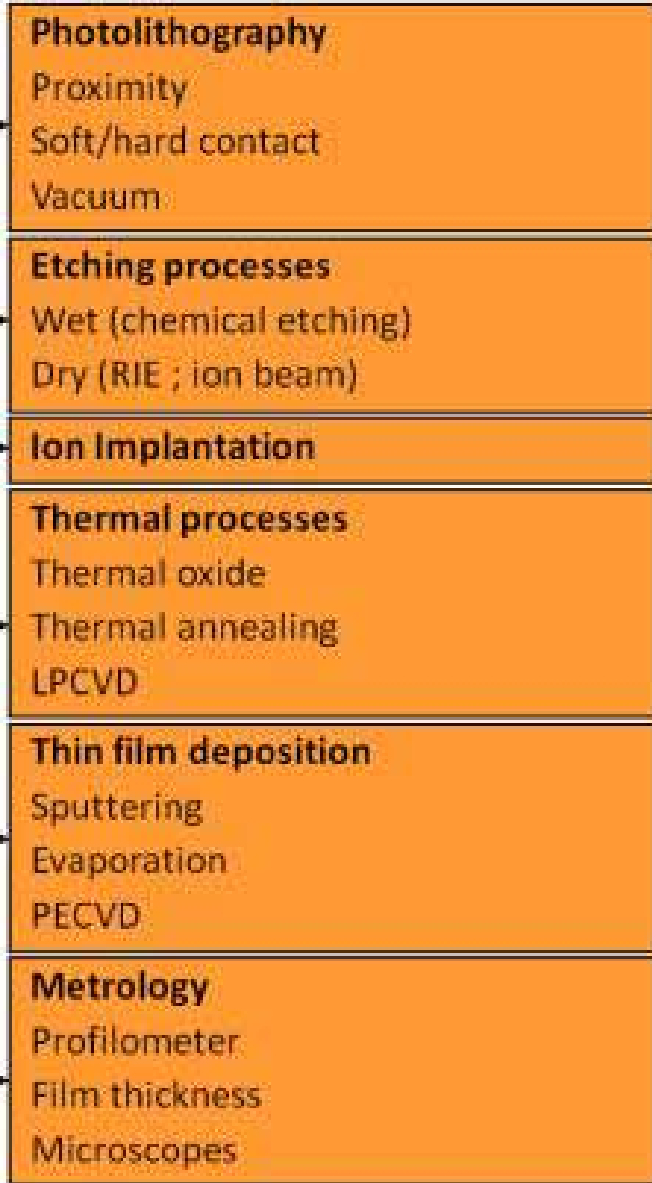
Homogénéiseur de faisceau



# Moyens technologiques (salle blanche)



400 m<sup>2</sup>  
**Clean Room**  
Class 10



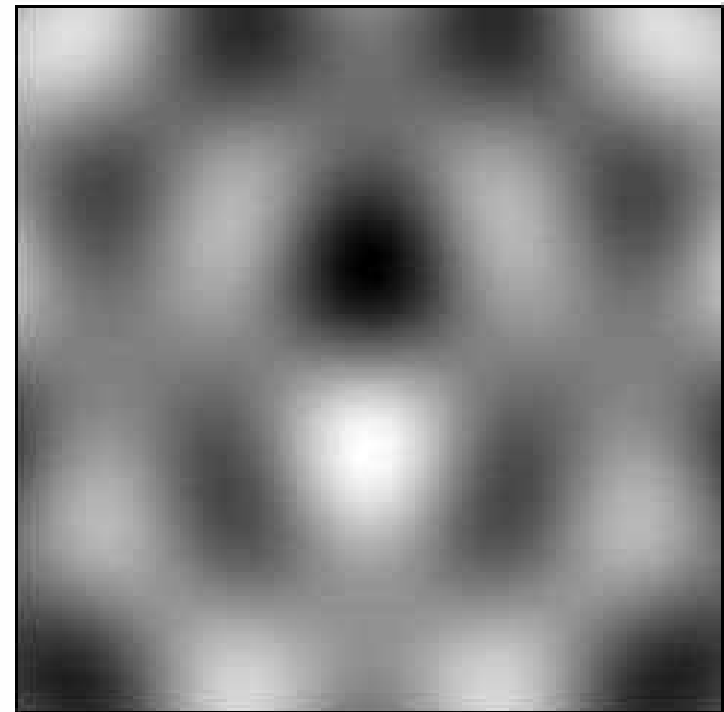
Discrétisation du profil de phase en  $2^N$  niveaux.

Fabrication en N étapes successives de photolithographie et gravure

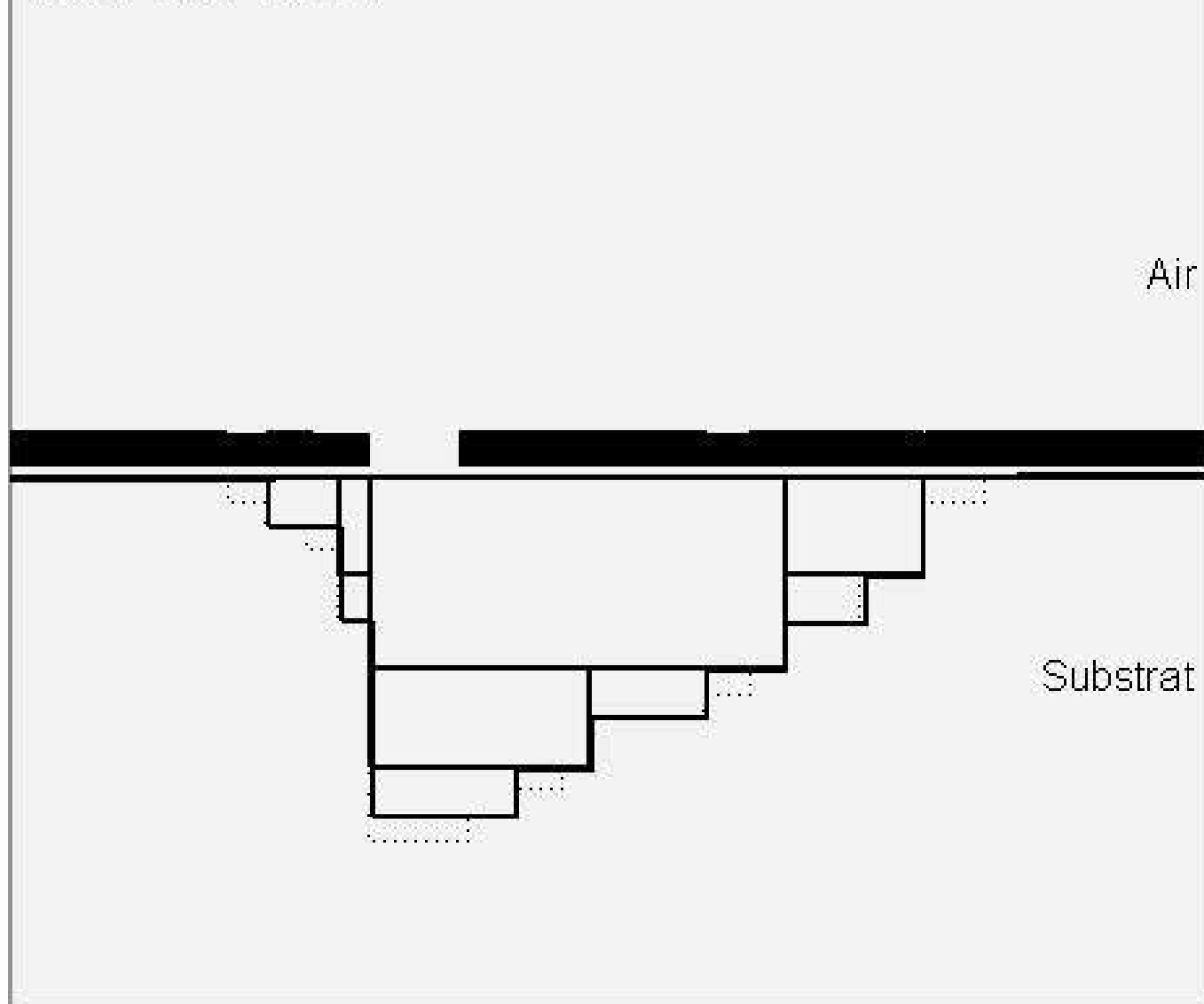
Exemple :

discrétisation en  $2^4 = 16$  niveaux

procédé à 4 étapes

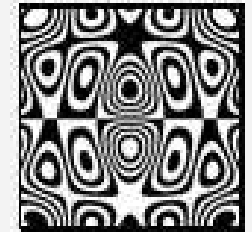


## ETAT DU PROFIL



## ETAPE 2

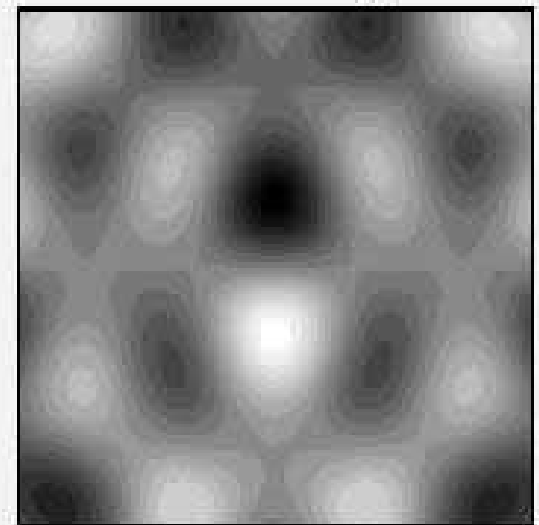
Masque

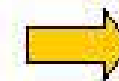
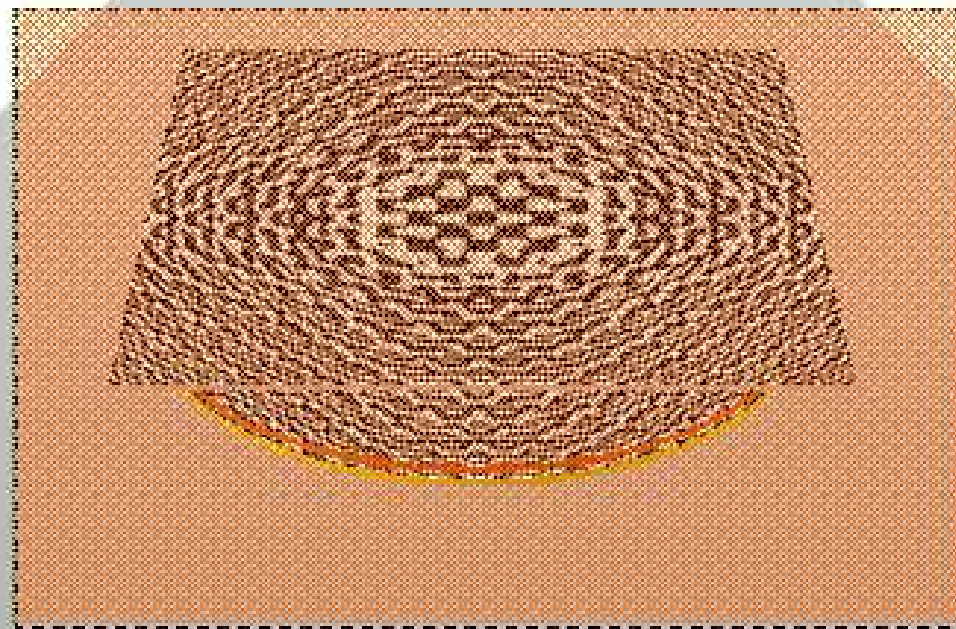


Profondeur

$p_{max}/26$

Résultat de la gravure





Substrate cleaning

Inspection

Spin coating

Inspection

Master mask positioning

Inspection

Insulation

Development

Inspection – Measurement

Etching

Measurement

Stripping

Inspection – Measurement

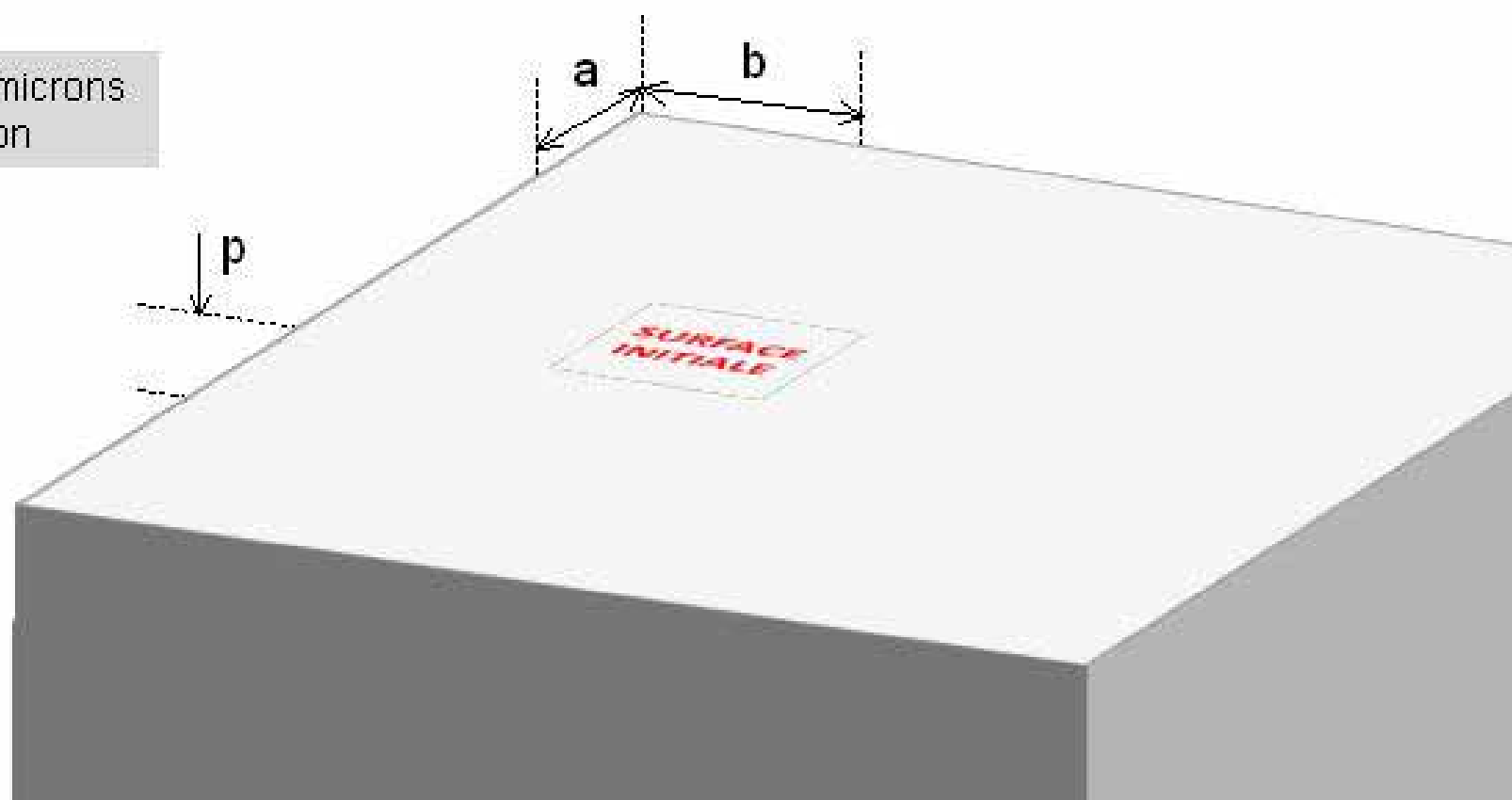
x N masks



$2^N$  depth levels

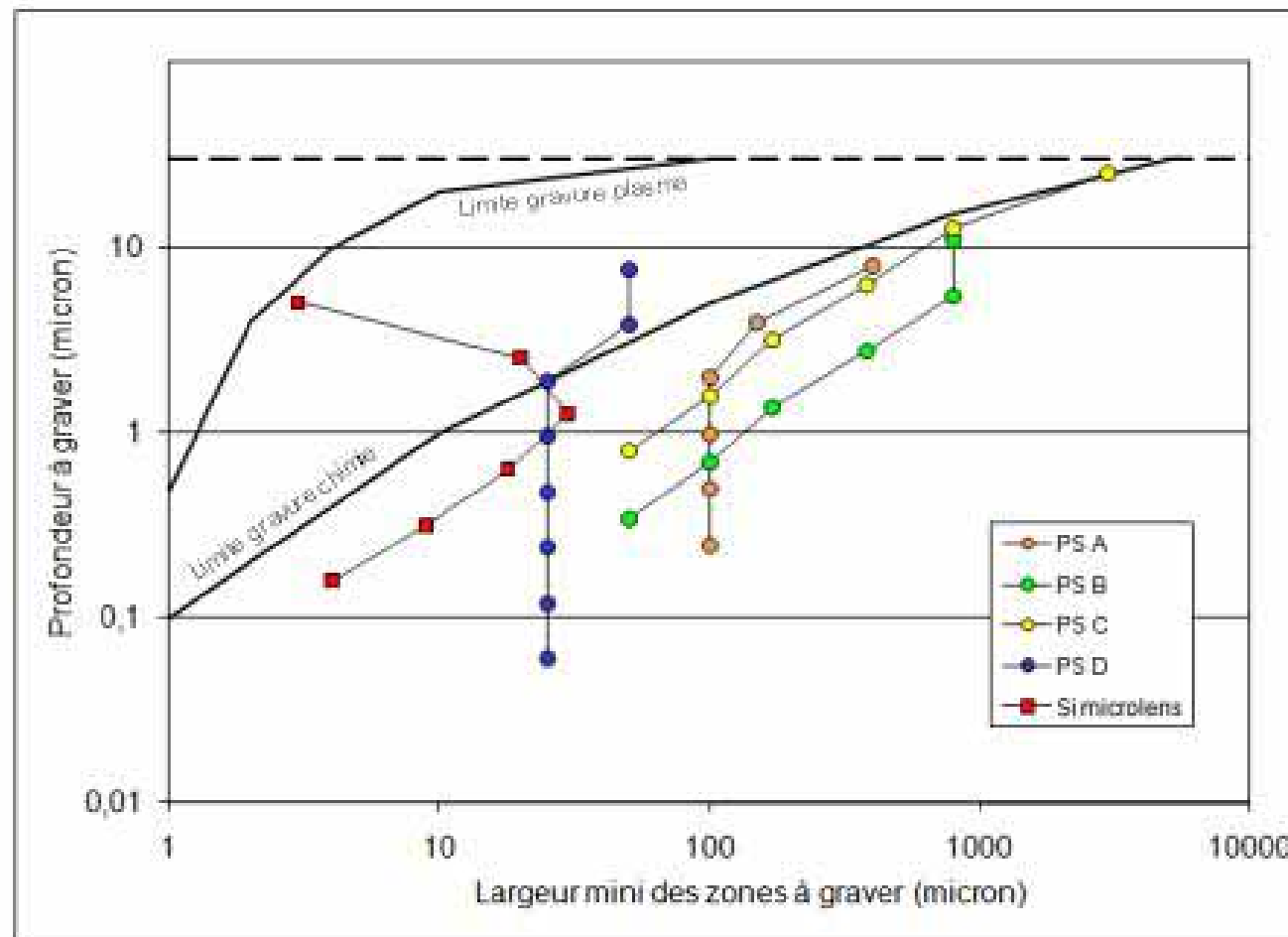
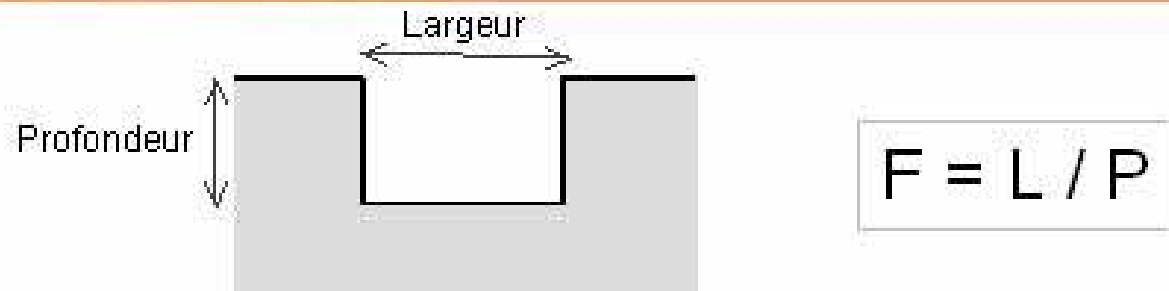
	Standard	Ultime
Profondeurs accessibles (p)	5 nm à plus de 20 microns	
Précisions		
p > 100 nm	< 15 nm	5 nm
p < 100 nm	< 15% Limite basse : 2-3 nm	5% Limite basse : 2-3 nm

a, b : 2 à 100 microns  
Précision : < 1 micron



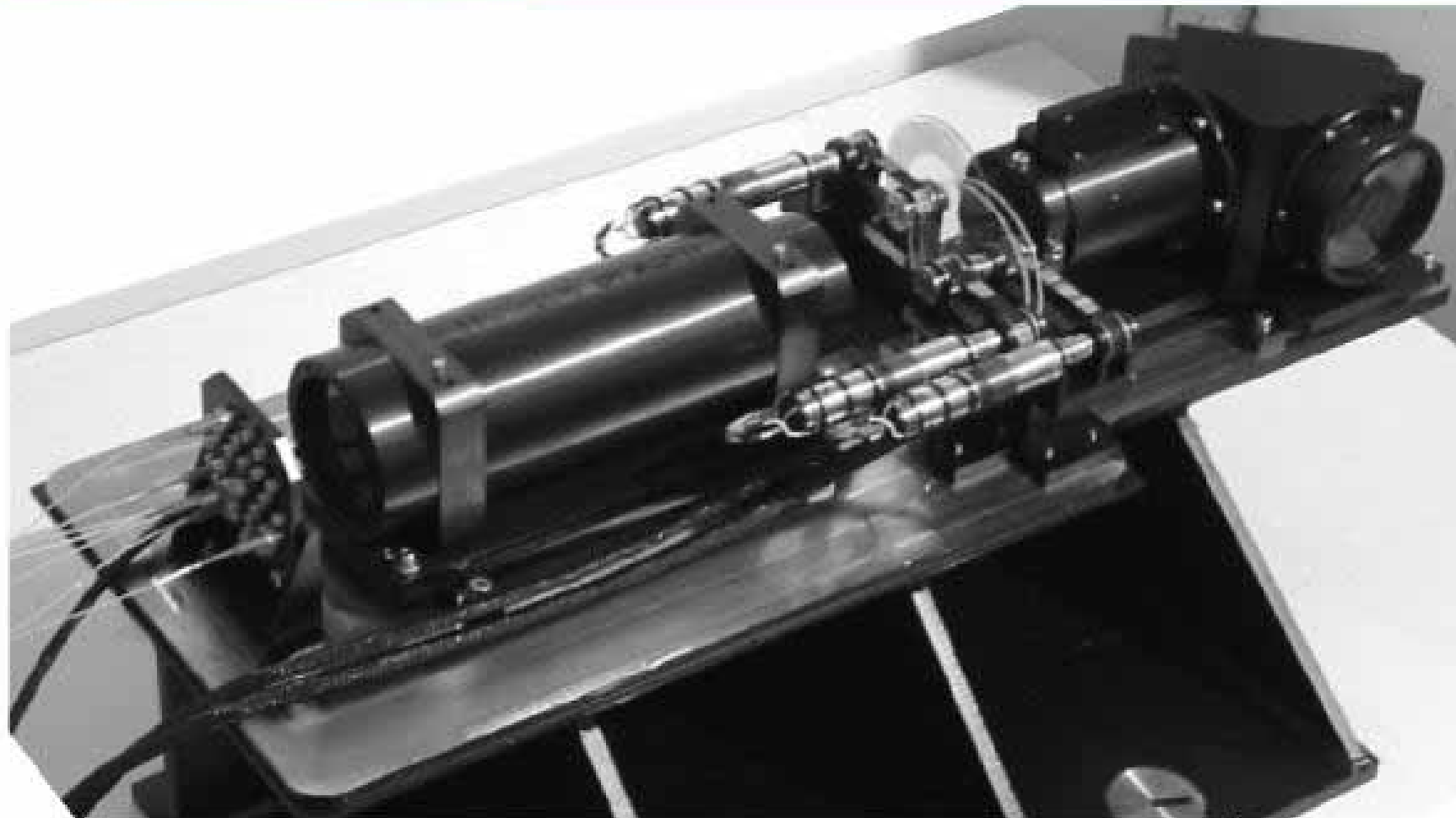


# Facteur de forme



# **Ecrans de Phase de Turbulences**

Simulation des perturbations Atmosphériques



## **MAPS, a turbulence simulator for MCAO**

Johann Kolb<sup>a</sup>, Enrico Marchetti<sup>a</sup>, Stéphane Tisserand<sup>b</sup>, Francis Franza<sup>a</sup>, Bernard Delabre<sup>a</sup>,  
Frédéric Gonté<sup>a</sup>, Roland Brast<sup>a</sup>, Sophie Jacob<sup>b</sup>, Fabien Reversat<sup>b</sup>

<sup>a</sup> European Southern Observatory, Karl-Schwarzschild-Str. 2, 85748 Garching, Germany;

<sup>b</sup> SILIOS Technologies, ZI de Peynier Rousset, rue Gaston Imbert prolongée 13790 Peynier, France

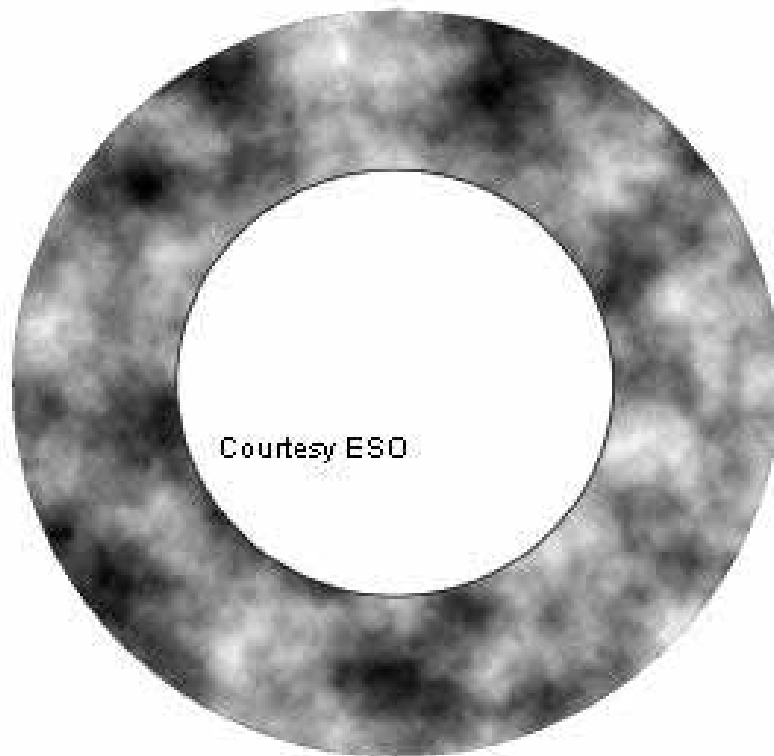


## Comparaison PS en réflexion / PS en transmission

	Transmission	Réflexion
Matériau	Silice	Silice + miroir métallique ( $R > 95\%$ sur 500-2500nm)
$\delta$ fonction de $p$	$\delta = (n-1) \cdot p = 0,45 \cdot p$	$\delta = 2 \cdot p$
Dispersion d'indice	$\sim 2\%$ (sur 500-2500 nm)	0

$p$  : profondeur  
 $\delta$  : différence de chemin optique

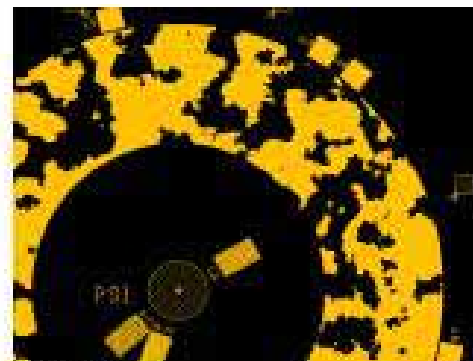
# Niveaux de masquage



Level 1



Level 4



Level 2



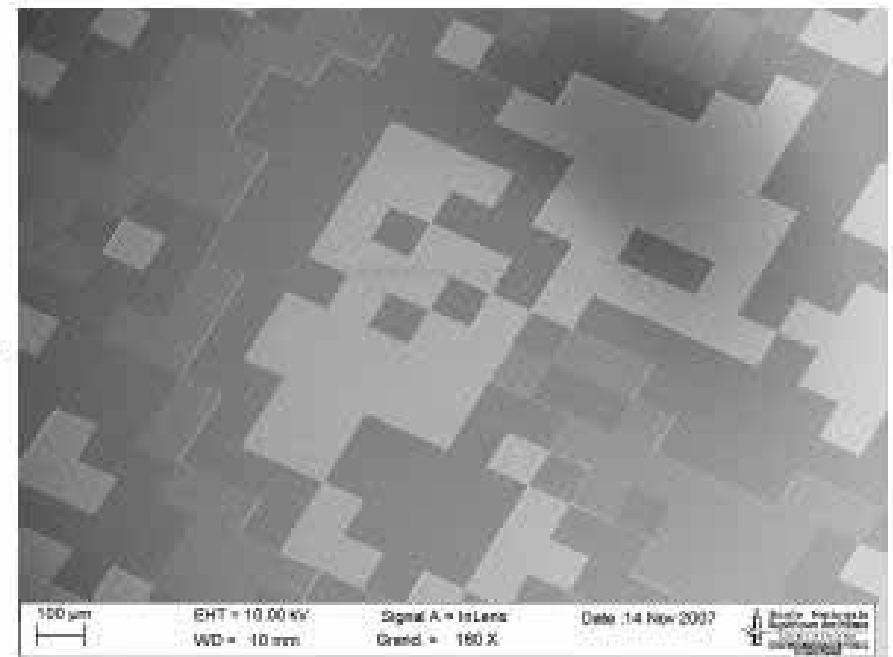
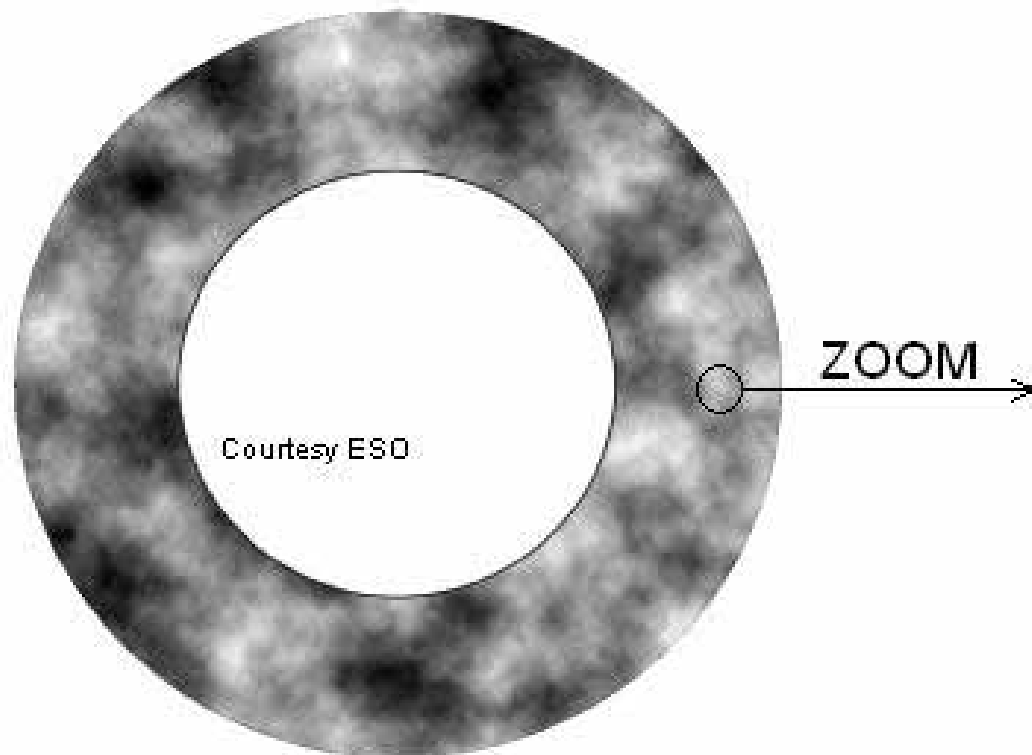
Level 5



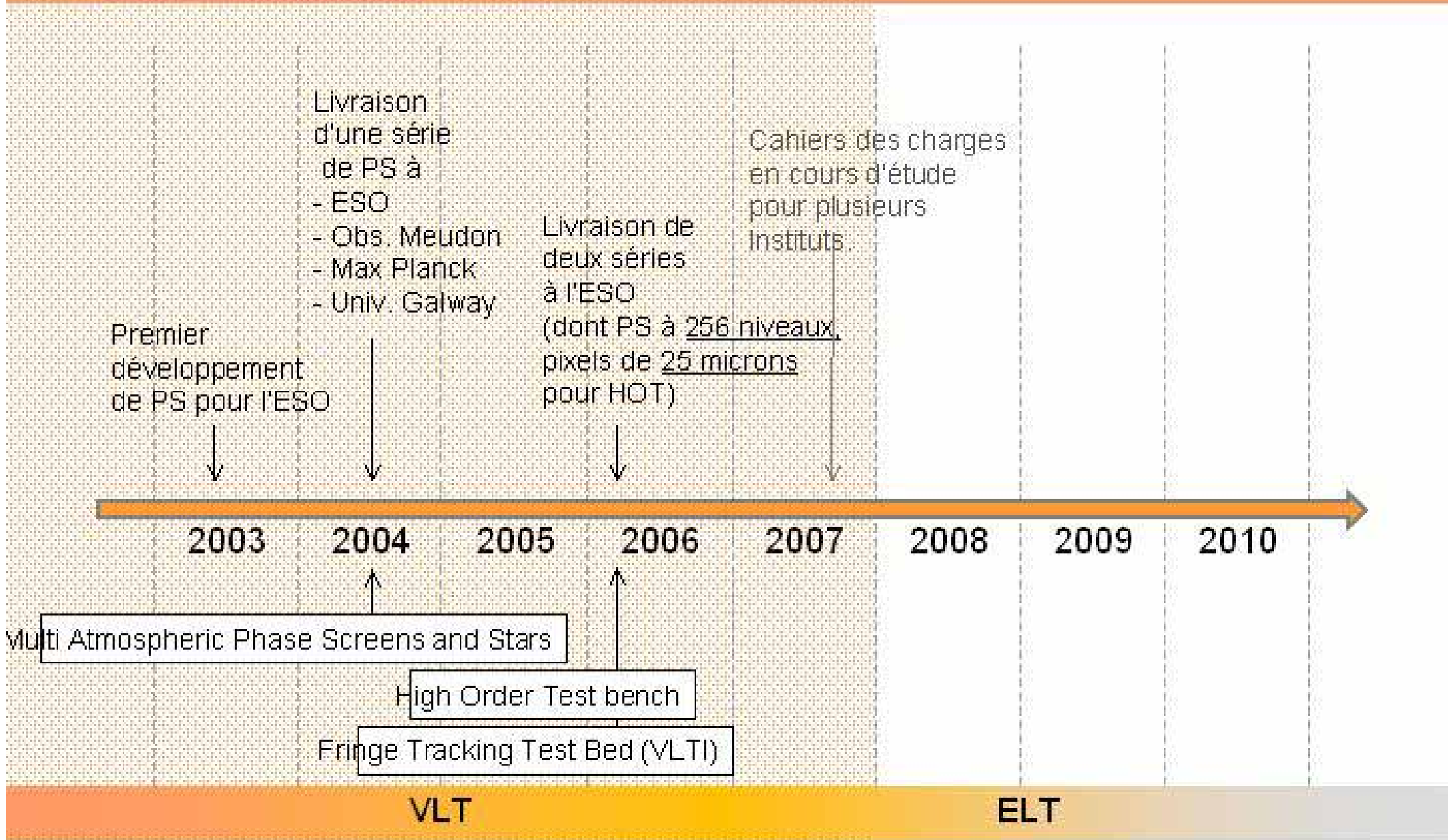
Level 3



Level 6



# « Road Map » (1/2)



Génération	Nombre de niveaux	Précision (nm)	Taille des pixels (micron)
1	4	+/- 100	100 (transmission)
2	64	+/- 100	100 (transmission)
3	64	+/- 10	100 (transmission)
4	256	+/- 5	25 (réflexion)



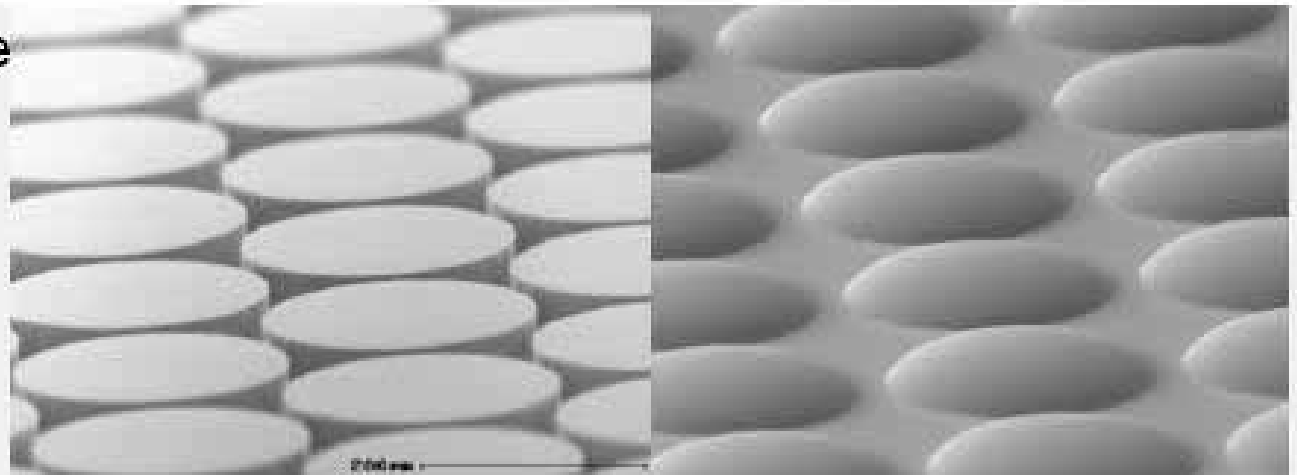
# Matrices de microlentilles Silicium

Application : Mesure de front d'onde  
dans l'IR moyen (3-5 microns)

Fourniture pour l'ONERA Chatillon  
(collaboration Clélia Robert, Bruno Fleury, Vincent Michau)



## Fluage de cylindres en résine



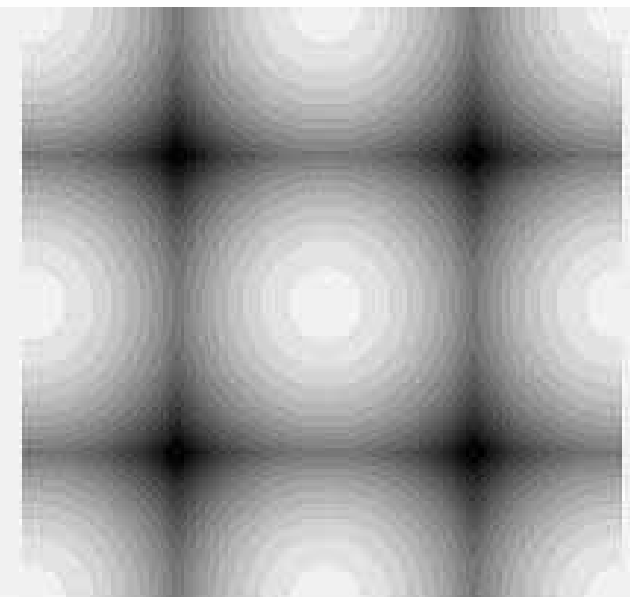
## Lentilles multi niveaux

### Spécifications lentilles ONERA

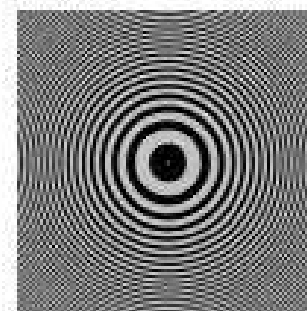
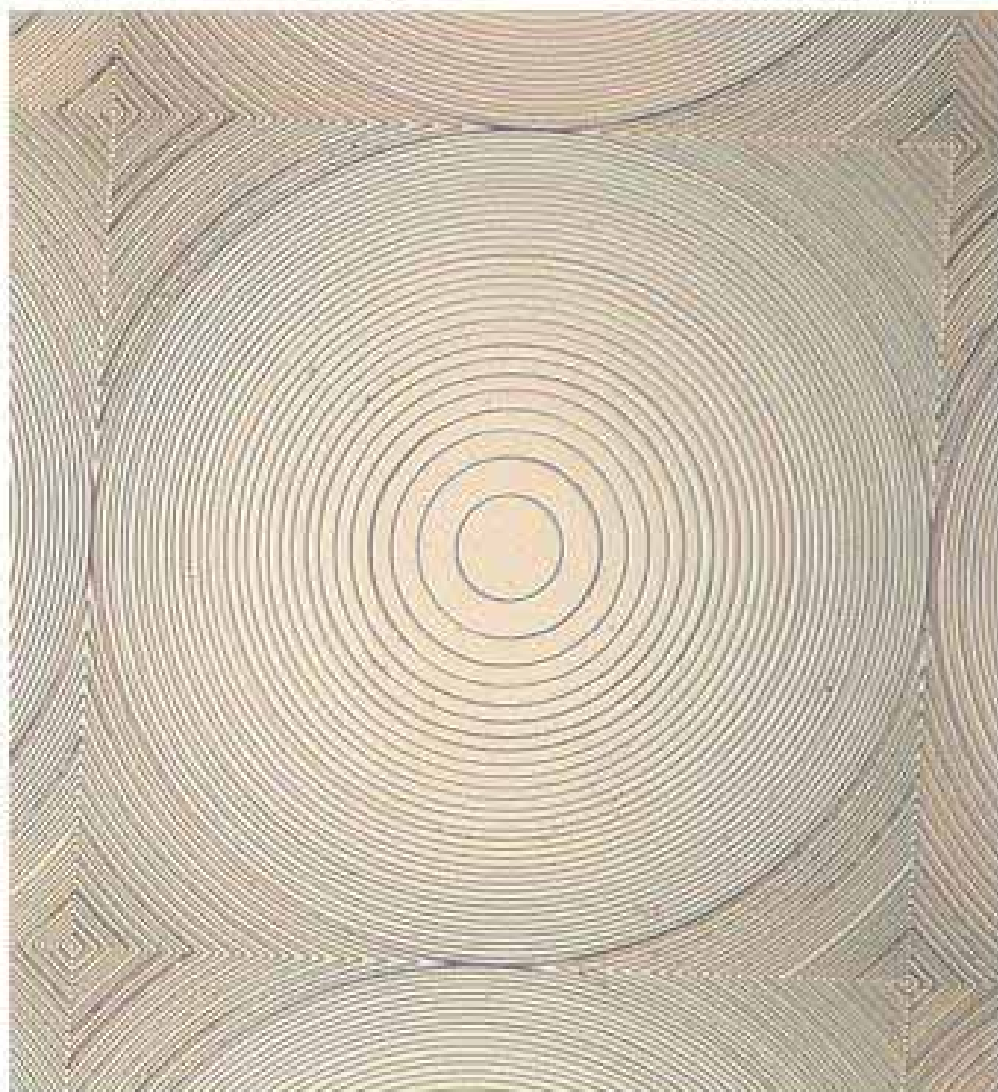
Pitch	750 microns
Distance Focale	6,1 mm
Rayon de courbure	14,8 mm

### Profil à graver

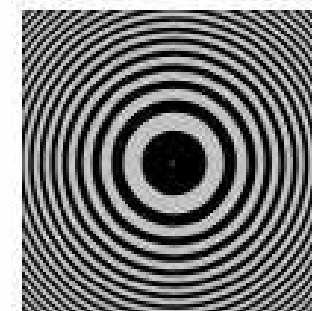
Profondeur max	10 microns
Nombre de niveaux	64
Marche élémentaire	167 nm ( $\lambda/18$ @3 microns)



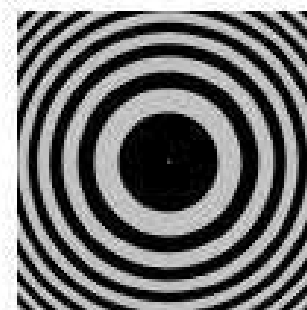
Item	Désignation	Spécification	Mesure	Conformité
1	Centrage	+/- 15 mu (bord du substrat)	Désalignement < 15 mu	Oui
2	Pas	750 +/- 3 mu	750 +/- 1 mu	Oui
3	Focale	6100 mu +/- 300 mu	6 304 mu	Oui
4	Rayon	14 800 +/- 730	15 300 mu	Oui
5	Homogénéité Rayon	+/- 1% de lentille à lentille	+/- 0,9%	Oui
6	Irrégularités RMS	<0,32.lambda (@633nm)	<0,15 rms	Oui
7	Rugosité RMS	< 30 nm RMS (< 10 nm RMS best effort)	comprise entre 10 et 24 nm rms	Oui
8	Défauts de surface	< 3 défauts de 25 mu (ISO 10110-7 standard)	2 défauts comptabilisés	Oui
9	Coeff de remplissage	> 95%	100%	Oui



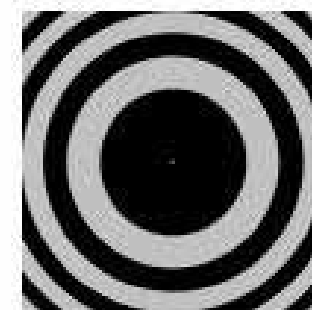
Niveau 1



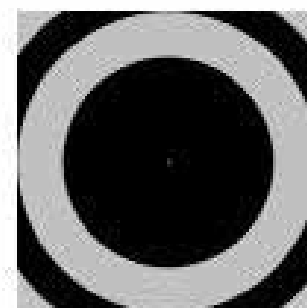
Niveau 2



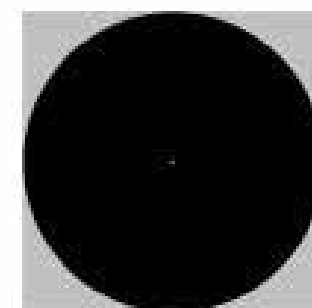
Niveau 3



Niveau 4



Niveau 5



Niveau 6

## Optique de phase multi niveaux

### Performances actuelles :

- PTV important
- Haute précision sur le profil généré
- Optique en réflexion ou en transmission
- Profil libre
- Grande uniformité sur des diamètres jusqu'à 100 mm
- Utilisation de matériaux stables dans le temps
- Possibilité de traitement en couches minces pour fonction miroir ou AR

### Perspectives - Améliorations :

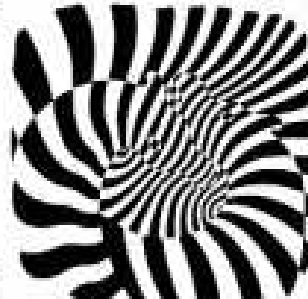
- Augmentation du PTV
- Augmentation du rapport de forme



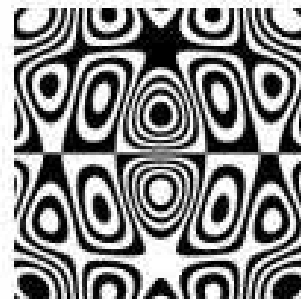
**MERCI**



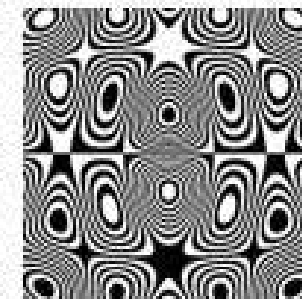
SILIOS



VASSARELY



SILIOS



SILIOS