

Nano-Imprint Lithography : Alignment and Distortions

Jérôme Rêche, Anaïs De Lehelle d’Affroux, Api Warsono | 2023/05/12

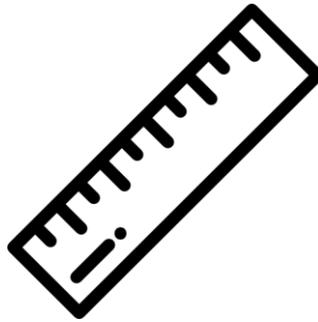
Univ. Grenoble Alpes, CEA, Leti, F-38000 Grenoble, France

Les besoins de la micro-electronique ?

- Trois critères cités



- Vitesse



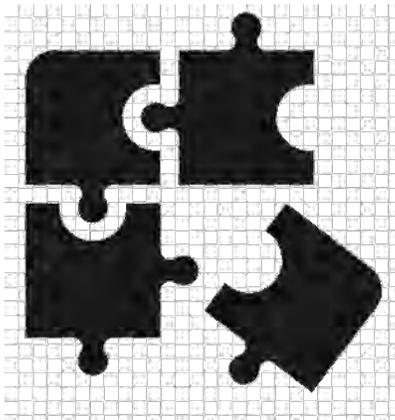
- Résolution



- Coût

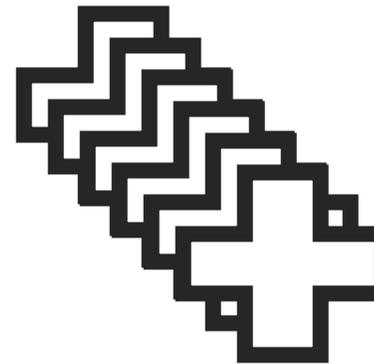
La
nanoimpression
répond déjà à
cela

- Les critères cachés



- Compatibilité

- Intégration
- Remplacement procédé actuel
- Environnement
- ...



- Répétabilité

- Uniforme
- D'une fois sur l'autre
- Stabilité long termes
- ...

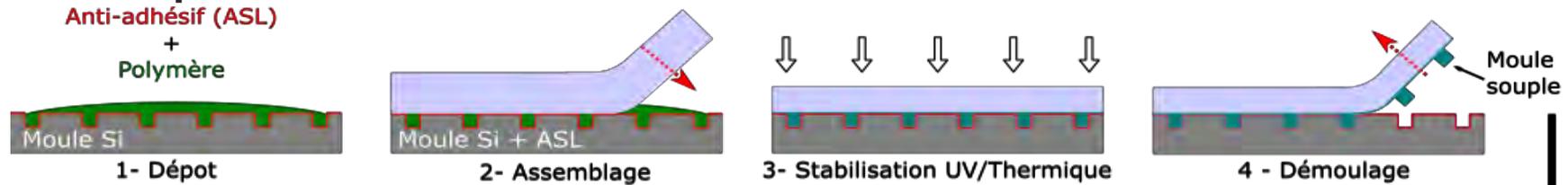
Sommaire

1. La technologie NIL utilisée au LETI
2. Overlay : principe et application au NIL
3. La distorsion - quelle contribution ?
4. **L'alignement bilan et correction**
5. Conclusions & perspectives

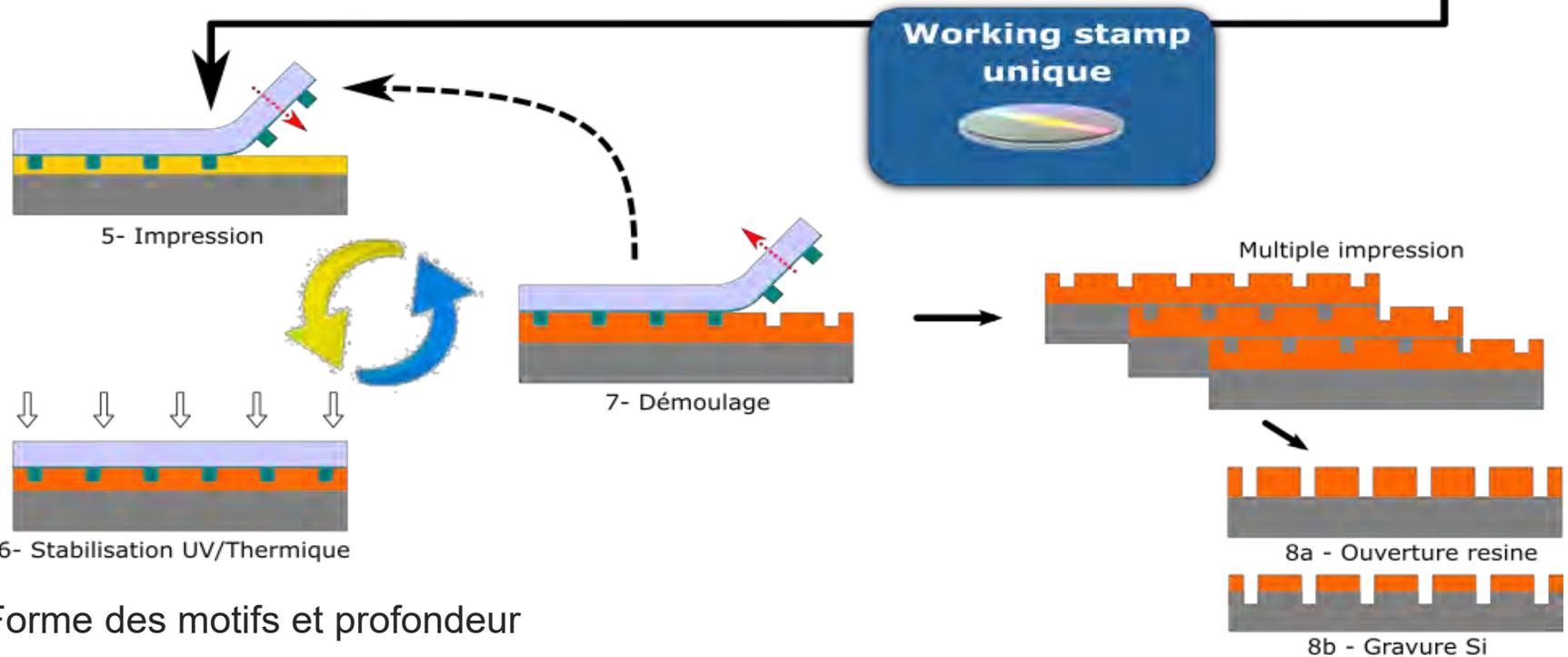


Procédé de nanoimpression au CEA-Leti

■ Création d'un moule souple intermédiaire



■ Réplication



■ Caractérisations

- Défectivité
- **Overlay**
- SEM cross-section : Forme des motifs et profondeur
- CD-SEM : Statistique sur les CD

Sommaire

1. La technologie NIL utilisée au LETI
2. Overlay : principe et application au NIL
3. La distorsion - quelle contribution ?
4. **L'alignement bilan et correction**
5. Conclusions & perspectives

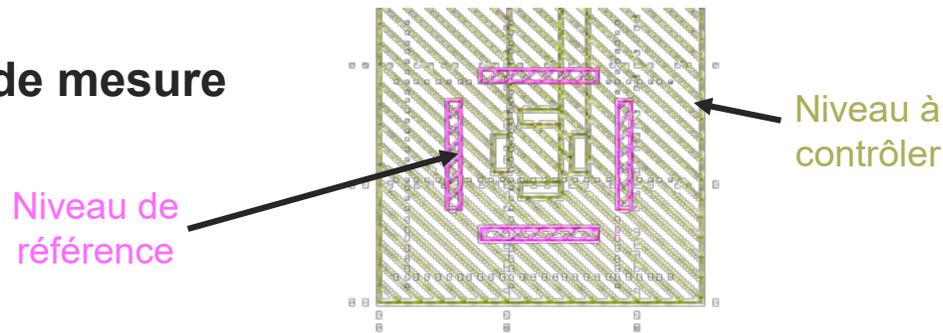


L'overlay

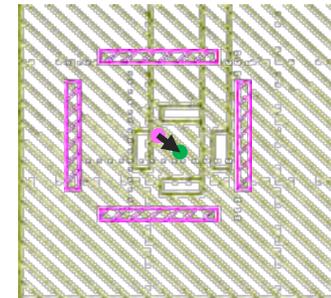
- Principe de base



- Boites de mesure

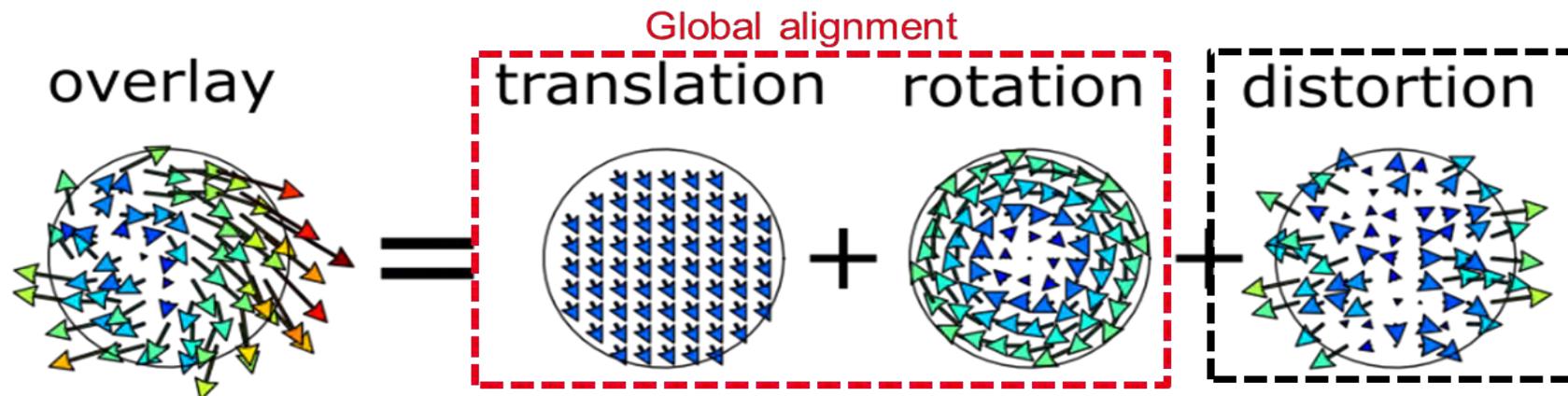


Exemple



~5nm jusqu'à
1/2 taille de la boîte (15µm ici)

- Dans le cadre d'un NIL dit « wafer scale »

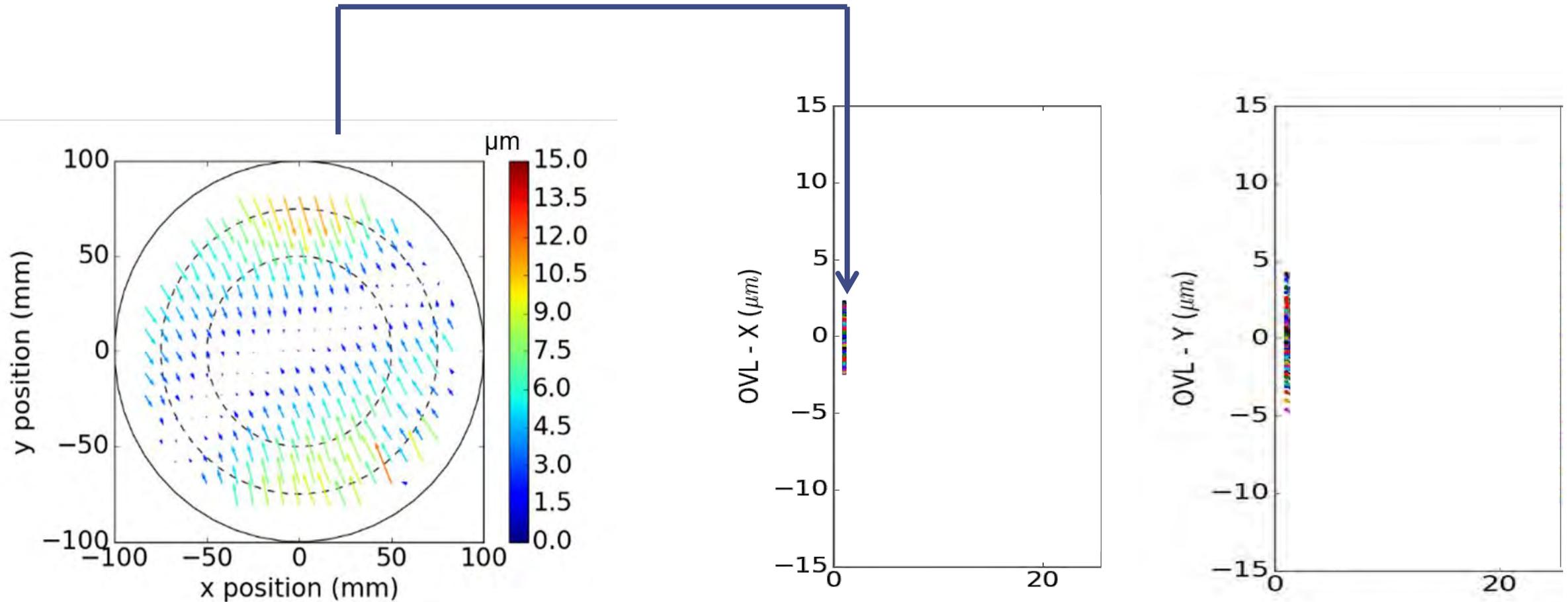


Sommaire

1. La technologie NIL utilisée au LETI
2. Overlay : principe et application au NIL
3. La distorsion - quelle contribution ?
4. **L'alignement bilan et correction**
5. Conclusions & perspectives

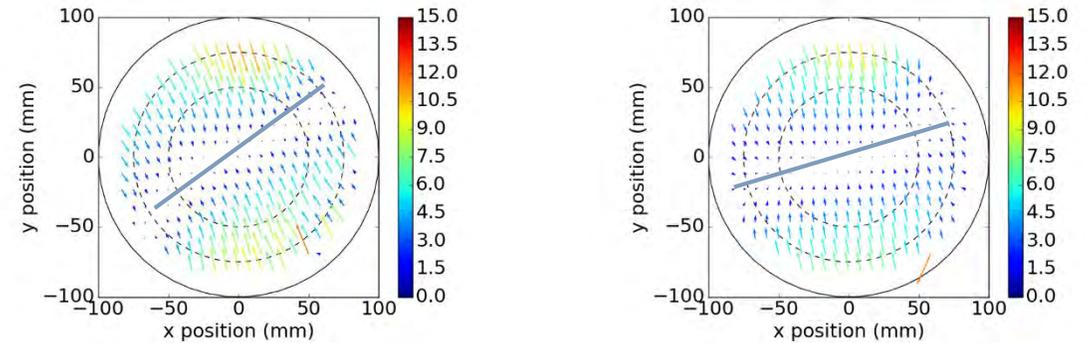
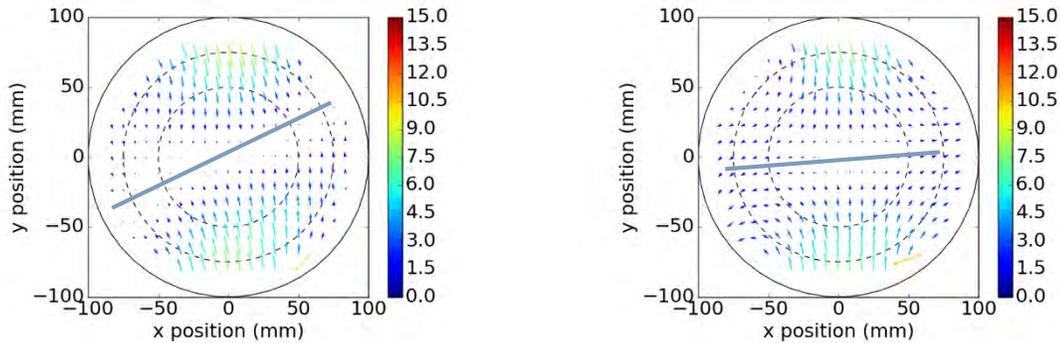


Cartographie de distorsion

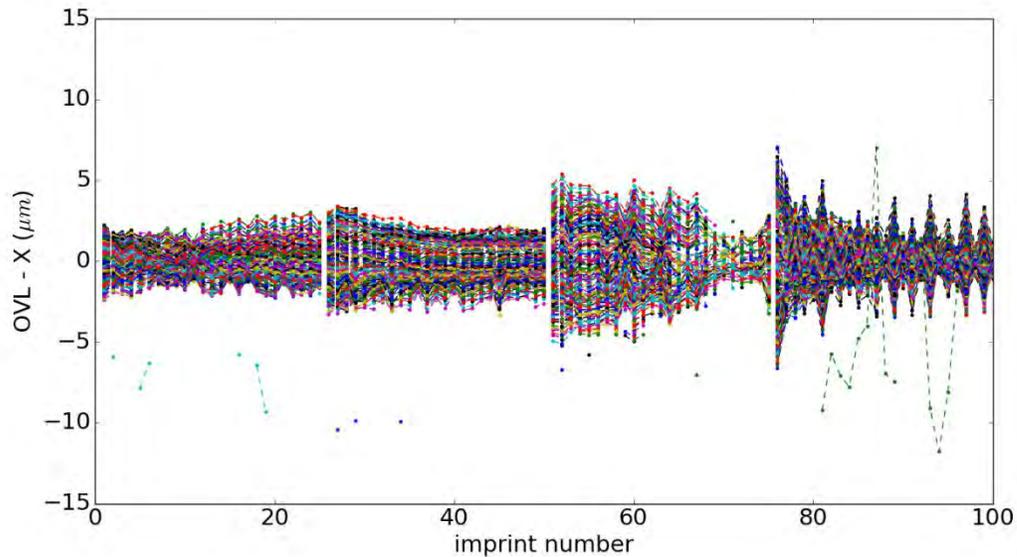


Indicateurs d'évolution de la distorsion

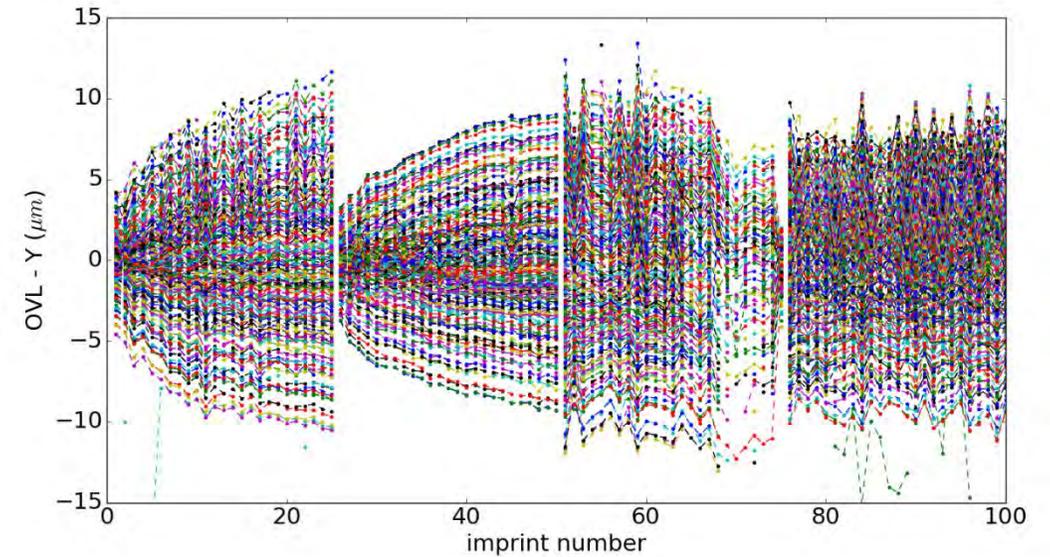
Premier bilan 2019



■ Contribution suivant l'axe Y > l'axe X

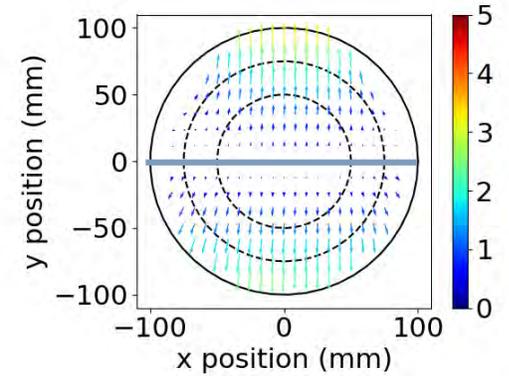
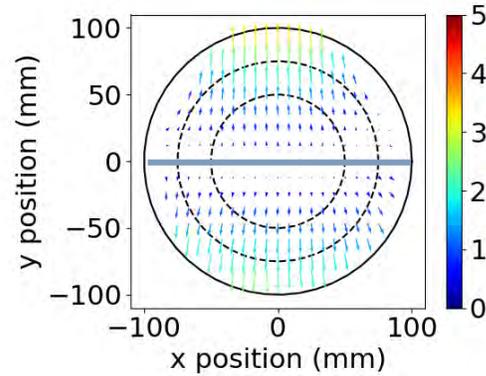
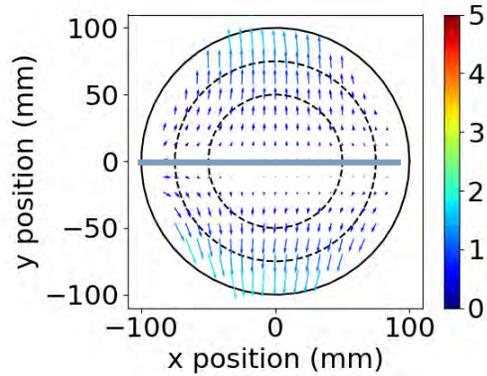
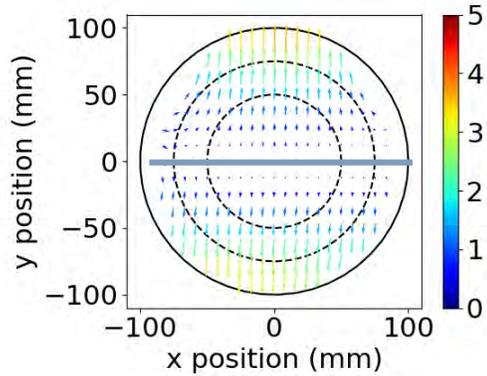


■ Variations plaque à plaque importantes

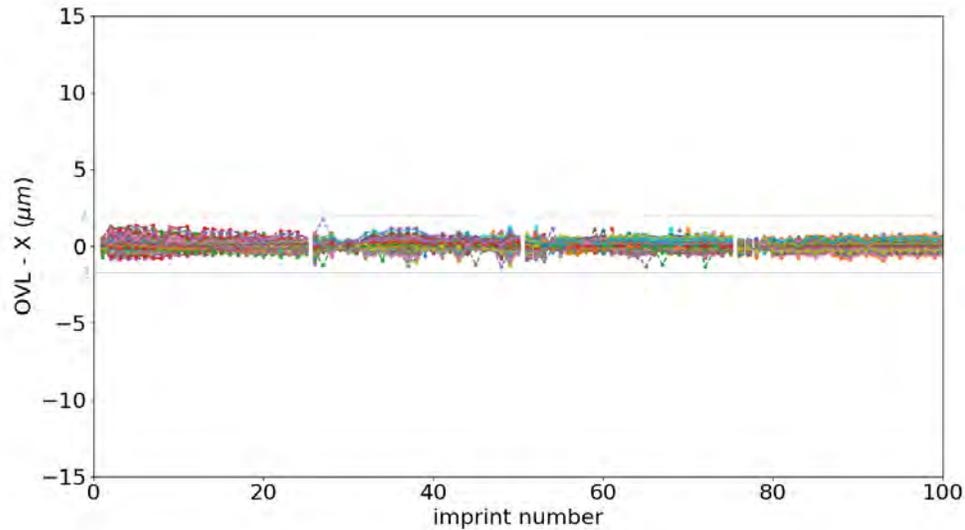


Jusqu'à +/- 13 μm de distorsion

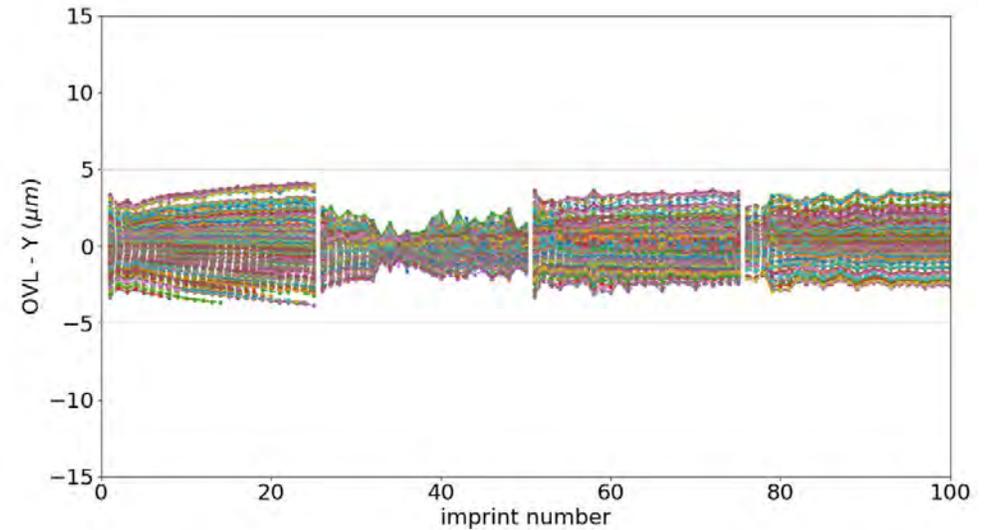
Glass Back Plane (GBP) - Q3-2020



- **Zone de distorsion faible répétable**



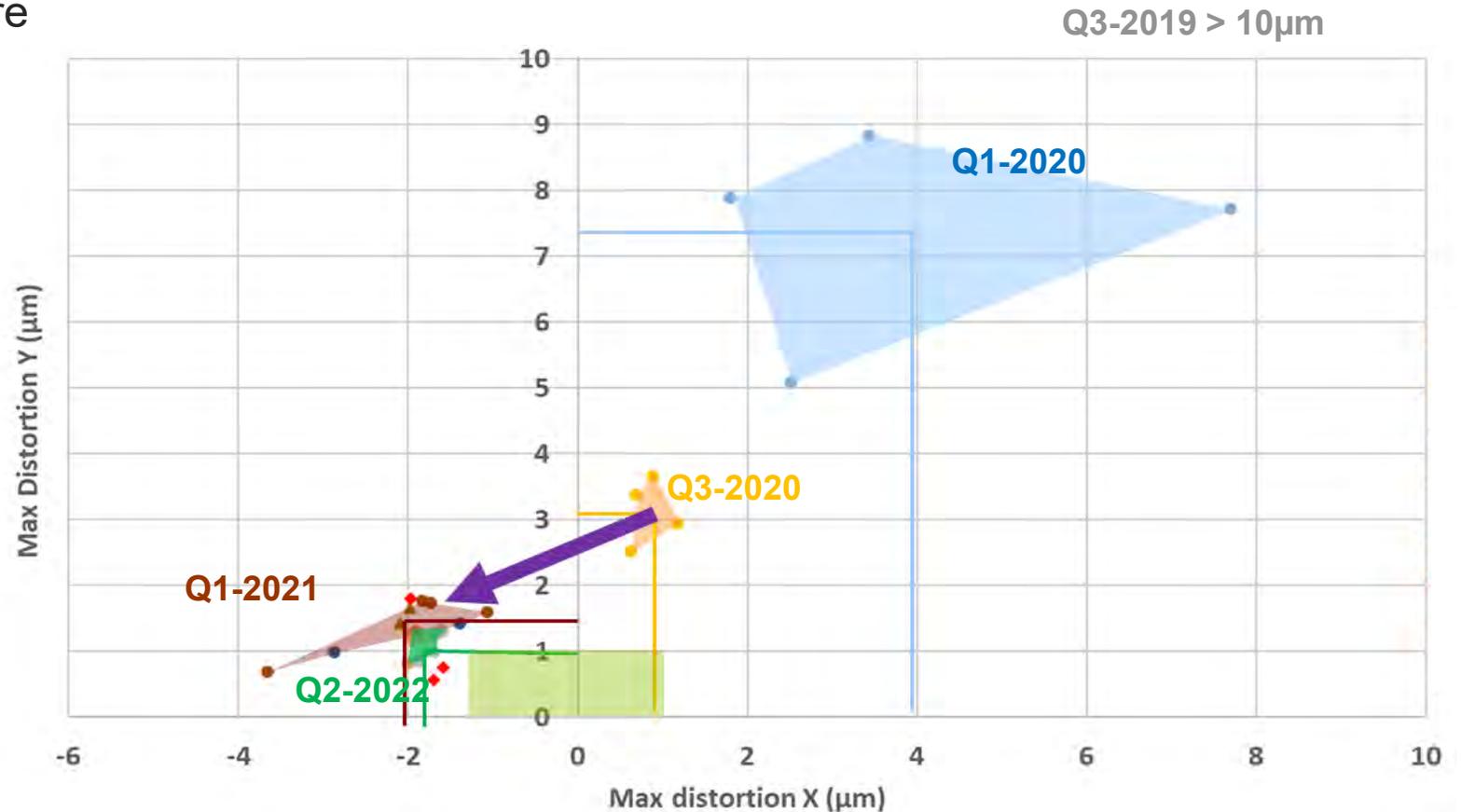
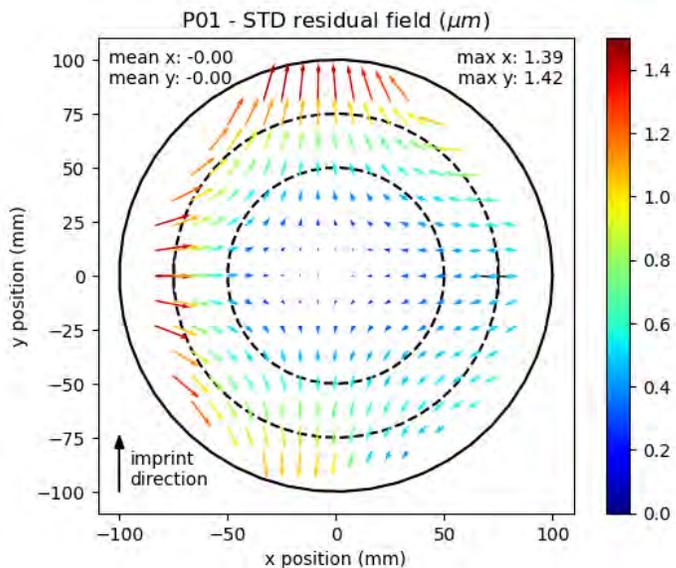
- **Amélioration sur X et Y**



Signature répétable et réduite

Amélioration progressive 2019 → 2022

- Prise en compte sur le Hardware
- Paramétrage procédé
 - Temps d'attentes
 - Contrôle des vitesses
 - Gestion de la température



< 2 μm dans les deux axes !

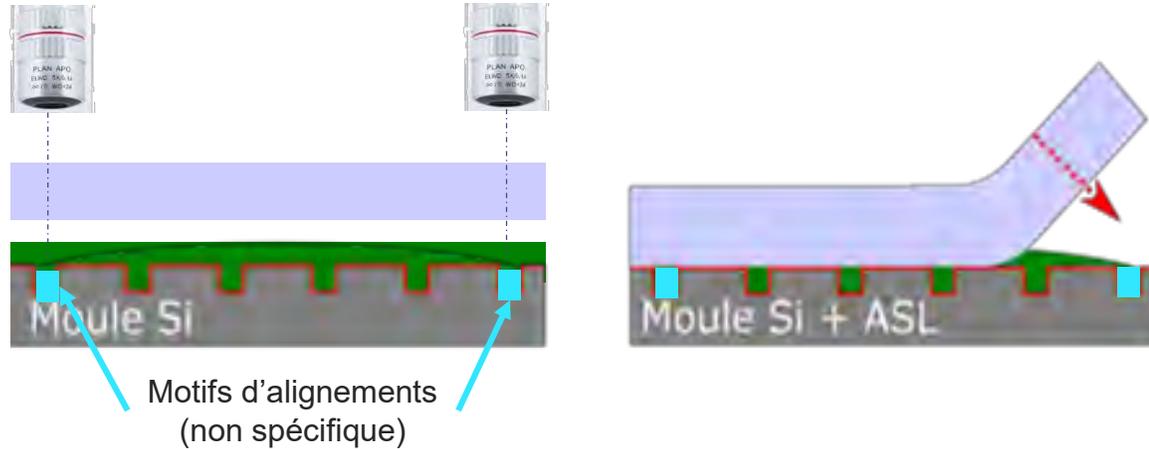
Sommaire

1. La technologie NIL utilisée au LETI
2. Overlay : principe et application au NIL
3. La distorsion - quelle contribution ?
4. **L'alignement bilan et correction**
5. Conclusions & perspectives



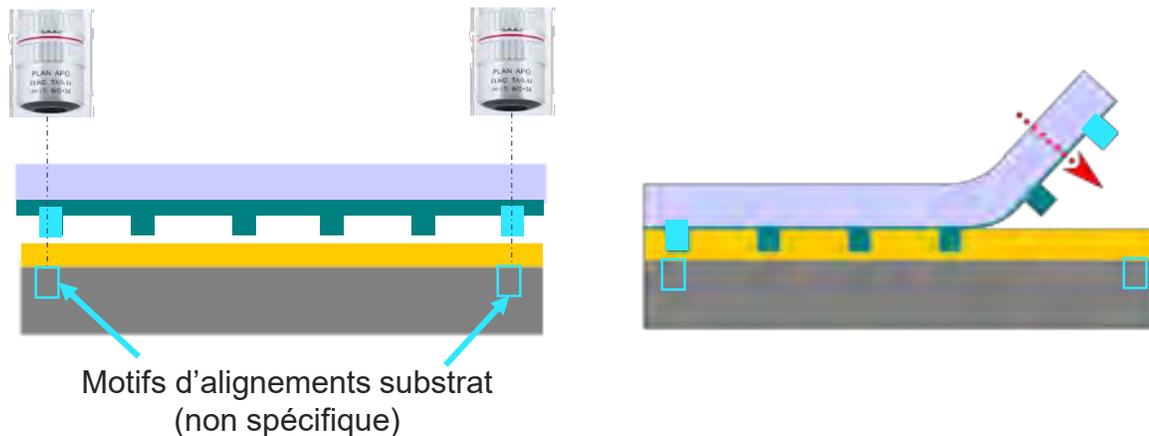
Un alignement deux optiques

- Lors de l'entrée du master dans la chambre d'impression



- Centrage du master
- Visualisation des marques dans la gamme de recherche
- Alignement des marques sur un même axe

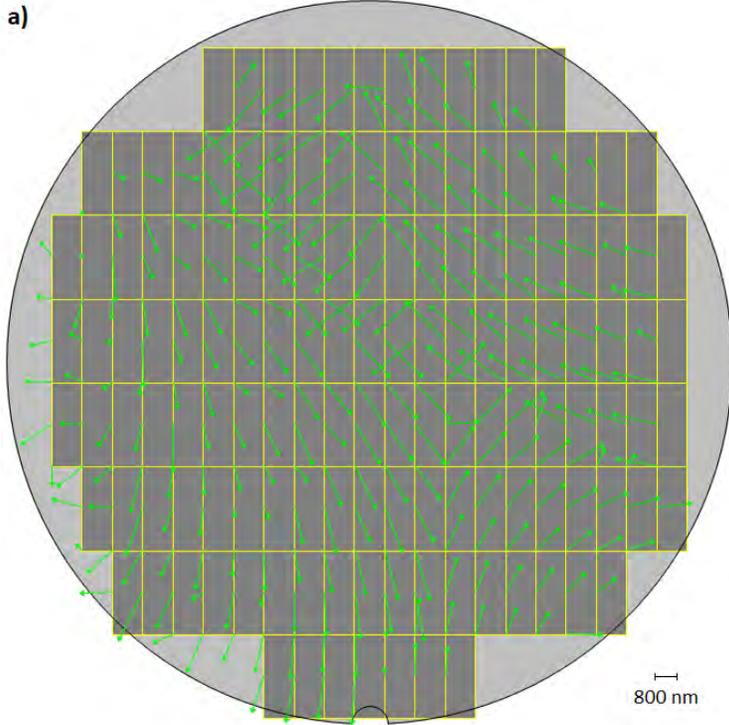
- Avant la mise en contact d'impression



- Alignement marques « Male-Femelle »
- Apprentissage premier wafer puis traitement automatique
- Possibilité d'ajouter des corrections

Premier imprint

- La mesure OVL

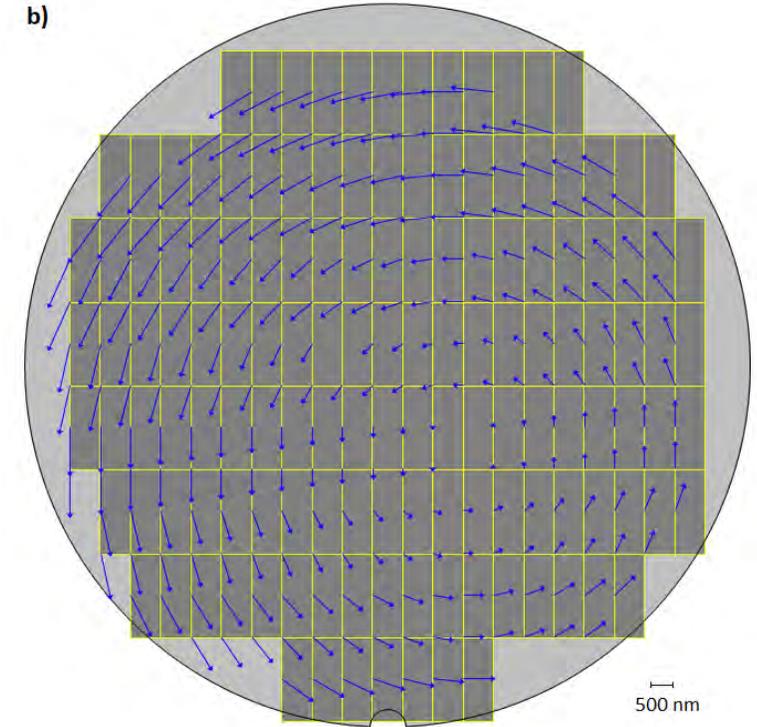


Measure	X	Y
Mean (nm)	-194.1	-250.4
3σ (nm)	2947.1	3161.7
$ \text{Mean} + 3\sigma$ (nm)	3141.2	3412.1

Model	
XTran (nm)	-193.0
YTran (nm)	-258.9
Rot (urd)	10.5

- Translation X et Y
 - Une rotation globale
- ➔ Impossible de mettre plus de corrections

- Transcription en un modèle

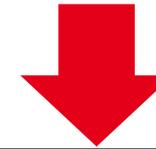


Décalage moyen < 250nm dans les deux axes

Application des corrections

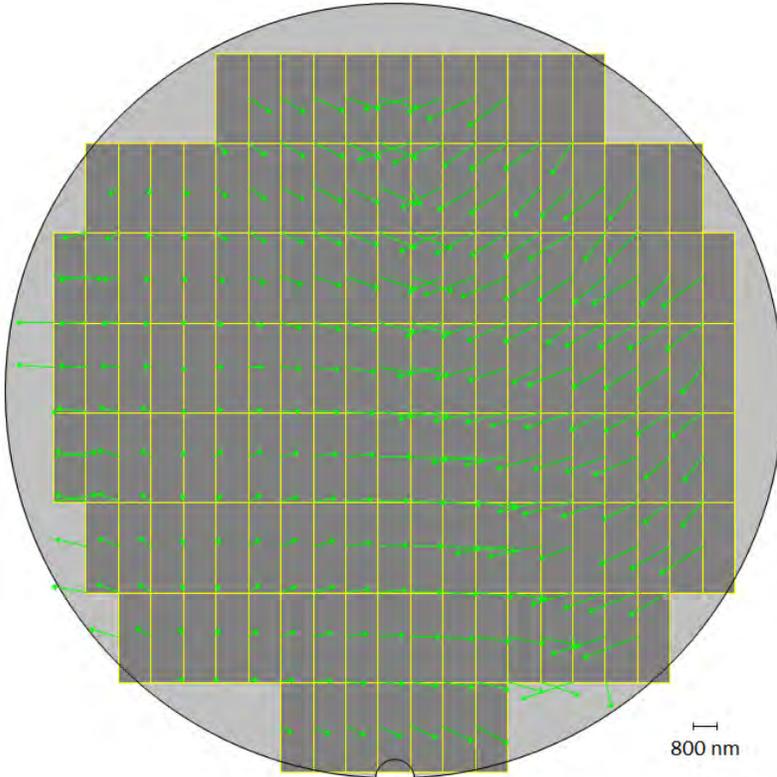
▪ Avant

Measure	X	Y
Mean (nm)	-194.1	-250.4
3σ (nm)	2947.1	3161.7
$ \text{Mean} + 3\sigma$ (nm)	3141.2	3412.1



▪ Après

Measure	X	Y	Model	
Mean (nm)	-126.5	-300.2	XTran (nm)	-126.6
3σ (nm)	3175.8	1160.1	YTran (nm)	-299.8
$ \text{Mean} + 3\sigma$ (nm)	3302.4	1460.3	Rot (urd)	-1.4



- Fluctuation valeur moyenne sans amélioration notable
- Amélioration forte sur l'axe Y → Il reste l'équivalent de la distorsion
- Rotation fortement amélioré

Corrections fonctionnelles mais limités en précision

Sommaire

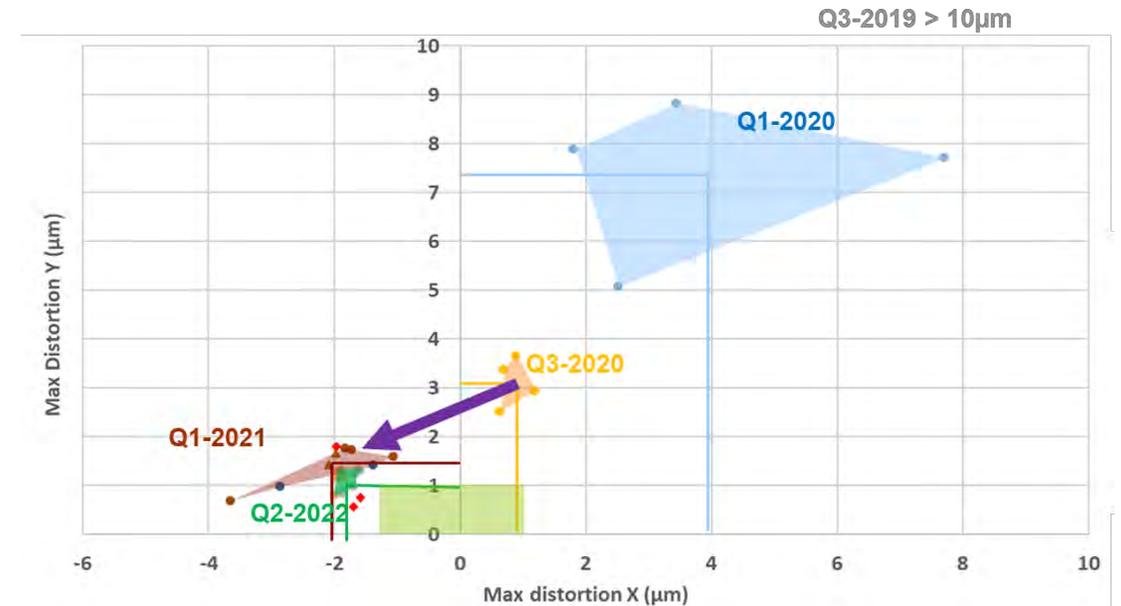
1. La technologie NIL utilisée au LETI
2. Overlay : principe et application au NIL
3. La distorsion - quelle contribution ?
4. **L'alignement bilan et correction**
5. Conclusions & perspectives



Conclusions

- Distorsion en dessous des 2 μm dans les deux axes
- Un alignement pur proche des 250 nm (X/Y)

Measure	X	Y
Mean (nm)	-126.5	-300.2
3σ (nm)	3175.8	1160.1
$ \text{Mean} + 3\sigma$ (nm)	3302.4	1460.3



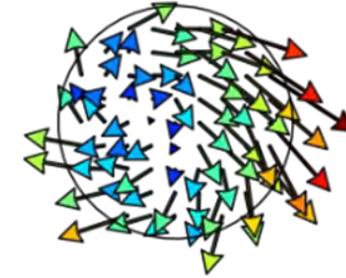
- Correction OVL avec un modèle dédié
 - Des fluctuations importante du plaque à l'autre qui limite le résultat
 - Un part restante très proche de la distorsion

Des résultats prometteurs mais qui demandent à être stabilisés

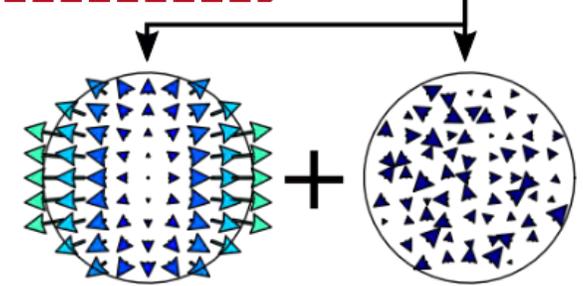
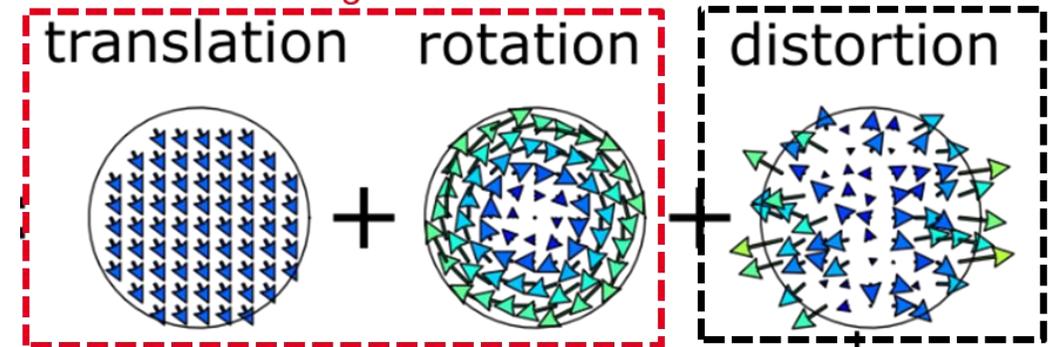
Perspectives

- Amélioration de l'alignement global
 - Définir les limites de répétabilité
 - Changement d'optique
 - Diminution de la distance WS/Substrat lors de l'alignement
- Réduction de la distorsion
 - Obtenir moins de 1 μm sur les deux axes
 - Exploration de phénomènes physique supplémentaires
 - Prise en compte de la distorsion dans la réalisation des masters

overlay



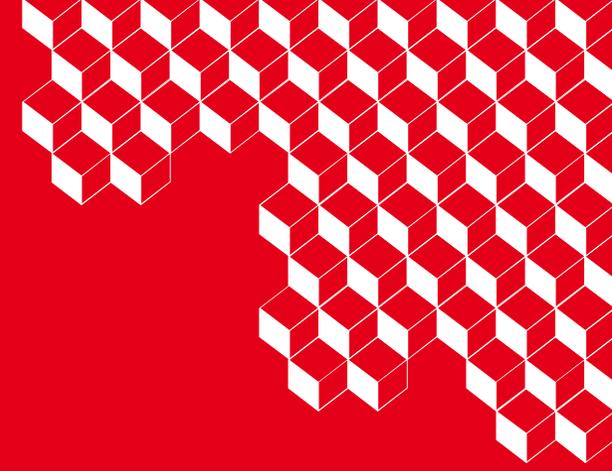
Global alignment



modeled

residue

Retour en force des aspects « défektivité »



Merci de votre
attention !