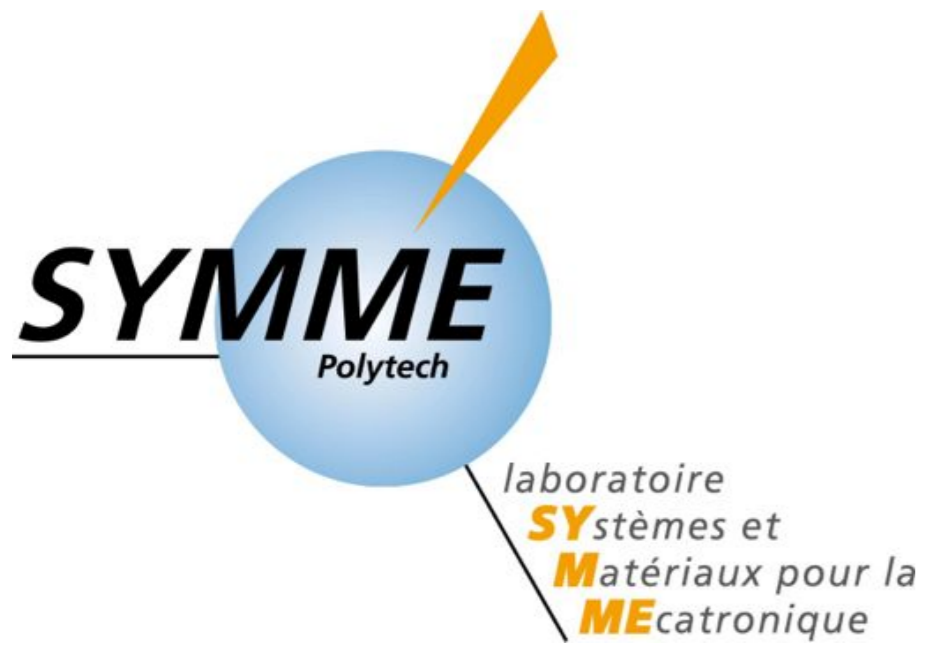


CALIBRATION DE LA PLANEITE D'UN MONTAGE XY DE MICRO-POSITIONNEMENT PAR L'APPROCHE DU PARAMETRAGE MODAL

H. Favrelière^{*,**}, G. Le Goïc^{**}, S. Samper^{**}, P. Belin^{*}



*ALTIMET,
1bis avenue des Tilleuls, F74200 Thonon-les-bains
**Université de Savoie,
Laboratoire SYMME, BP80439, F74944 Annecy-le-vieux cedex
hugues.favreliere@univ-savoie.fr, gaetan.le-goic@univ-savoie.fr,
serge.samper@univ-savoie.fr, patrice.belin@alTIMET.fr



Objectif

L'objectif de ces travaux est d'améliorer les performances métrologiques d'un montage XY de micro-positionnement d'un profilomètre optique Altisurf©. Nous proposons un protocole de calibration permettant de corriger les variations géométriques systématiques par exemple de tangage et de roulis, liées au système de guidage. Il s'agit de mesurer un plan de verre de planéité très faible ($\lambda/10$, planéité 60 nm) avec un capteur optique de très grande précision ($u=0.06 \mu\text{m}$).

La surface de correction est ensuite paramétrée par une méthode de paramétrage original : le paramétrage modal, permettant ainsi de n'extraire que les variations géométriques répétables.

Paramétrage modal

Le paramétrage modal d'une surface résulte de la Décomposition Modale Discrète (DMD) de la mesure de la surface (cf Fig. 1). La DMD consiste à décomposer cette mesure dans un ensemble de défauts élémentaires (cf Fig. 2), dérivant de la mécanique vibratoire, appelés modes ou déformées modales.

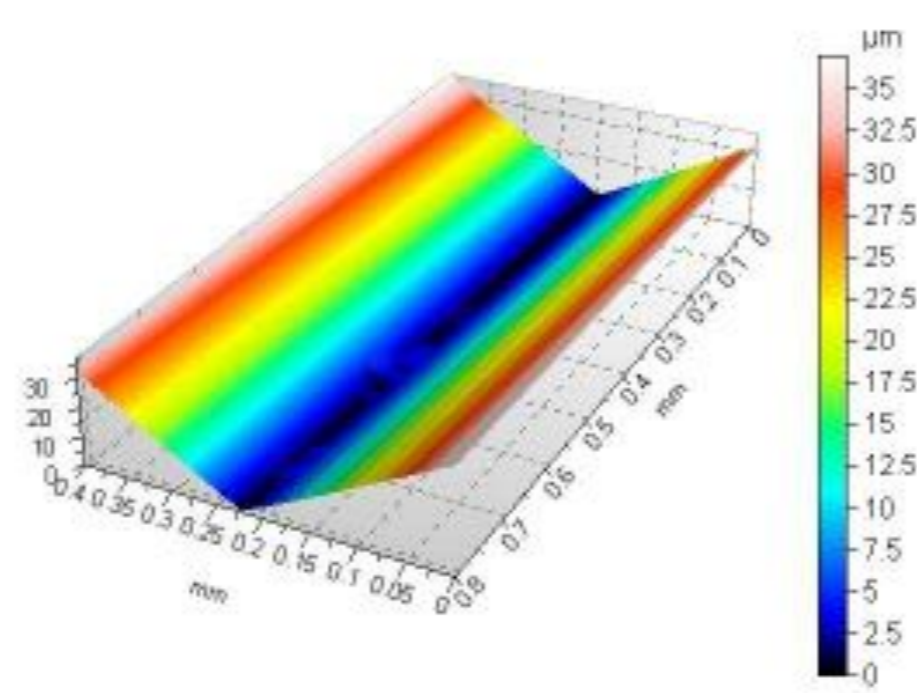


Fig. 1-Exemple de mesure V

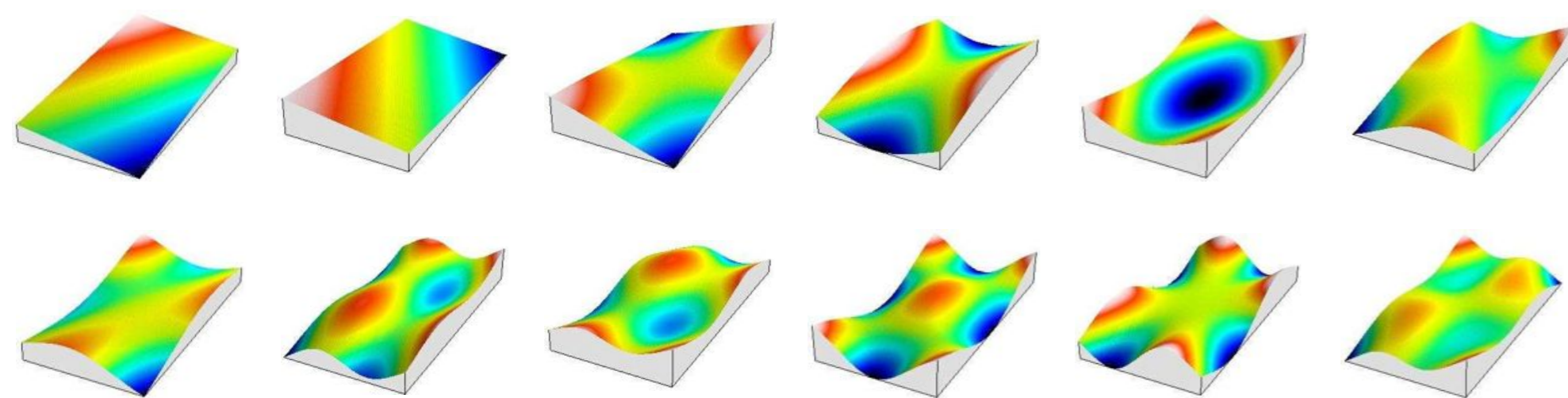


Fig. 2-Espace des modes Q_j (pour un élément géométrique plan)

Ce paramétrage permet donc de changer l'espace de description de la mesure de la surface. On passe (cf eq. 1) d'un espace dans lequel la mesure V est décrite points à points, à un espace dans lequel les descripteurs sont les modes de vibrations d'un élément géométrique plan (cf spectre Fig. 3)

$$Q^* \cdot V = ((Q^T \cdot Q)^{-1} \cdot Q^T) \cdot V = \lambda \quad (\text{eq. 1})$$

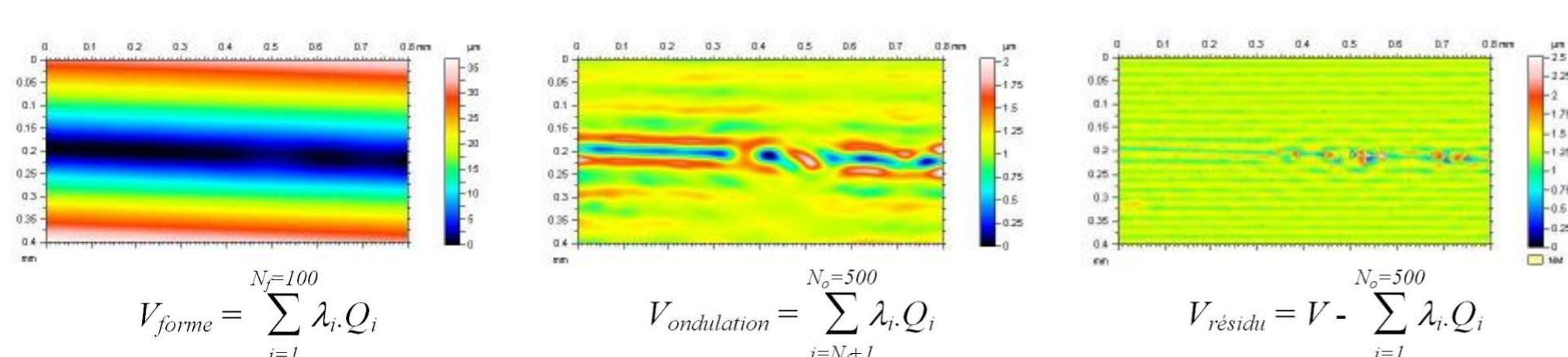
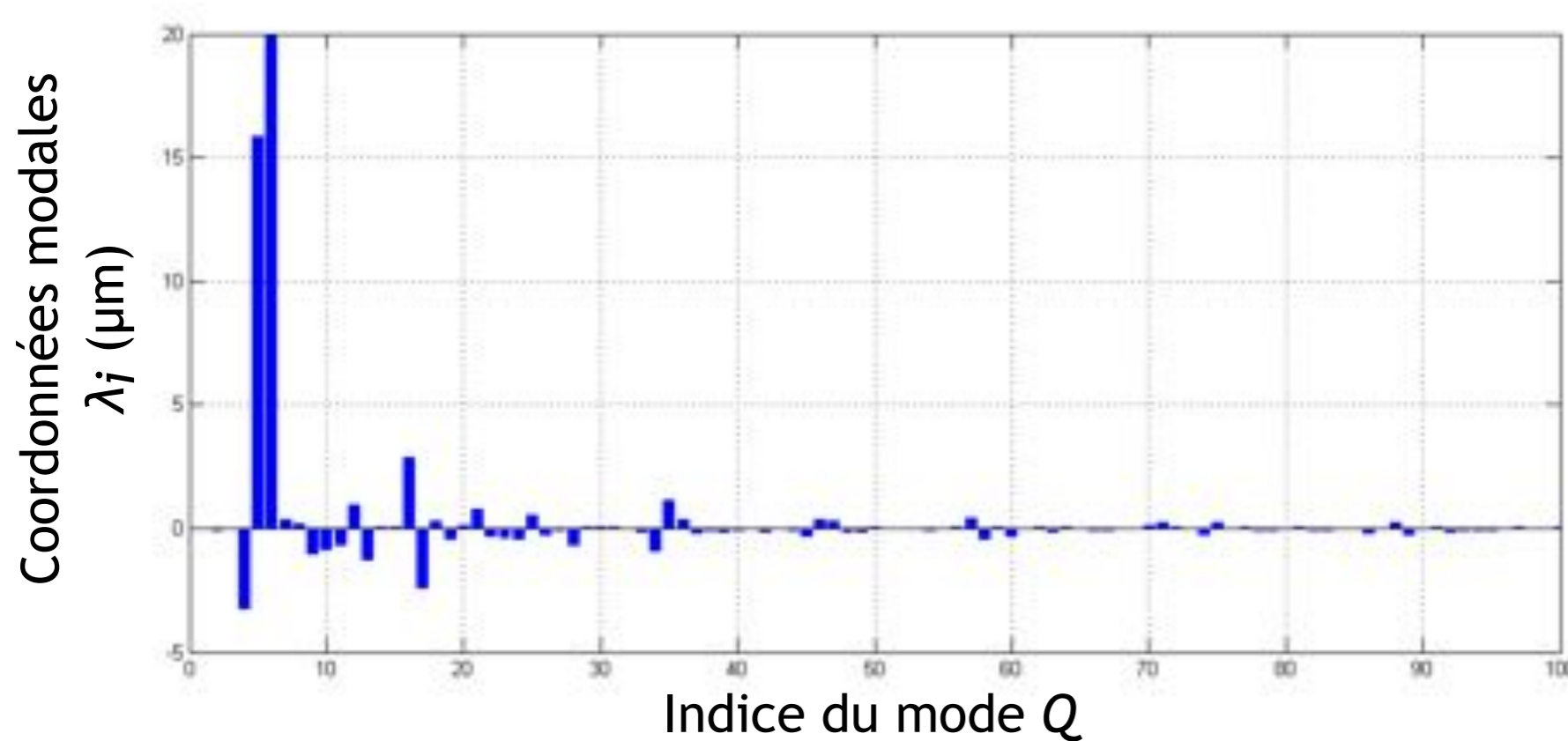


Fig. 3-Filtrage modal de la surface mesurée

Protocole de calibration

Mesures du plan de verre :

- 10 fois
- 201 x 201 pts
- planéité mesurée de $9 \mu\text{m}$ avec écart-type max de 0.275nm (cf Fig. 5)

Capteur optique :

- confocal chromatique
- $u = 0.06 \mu\text{m}$

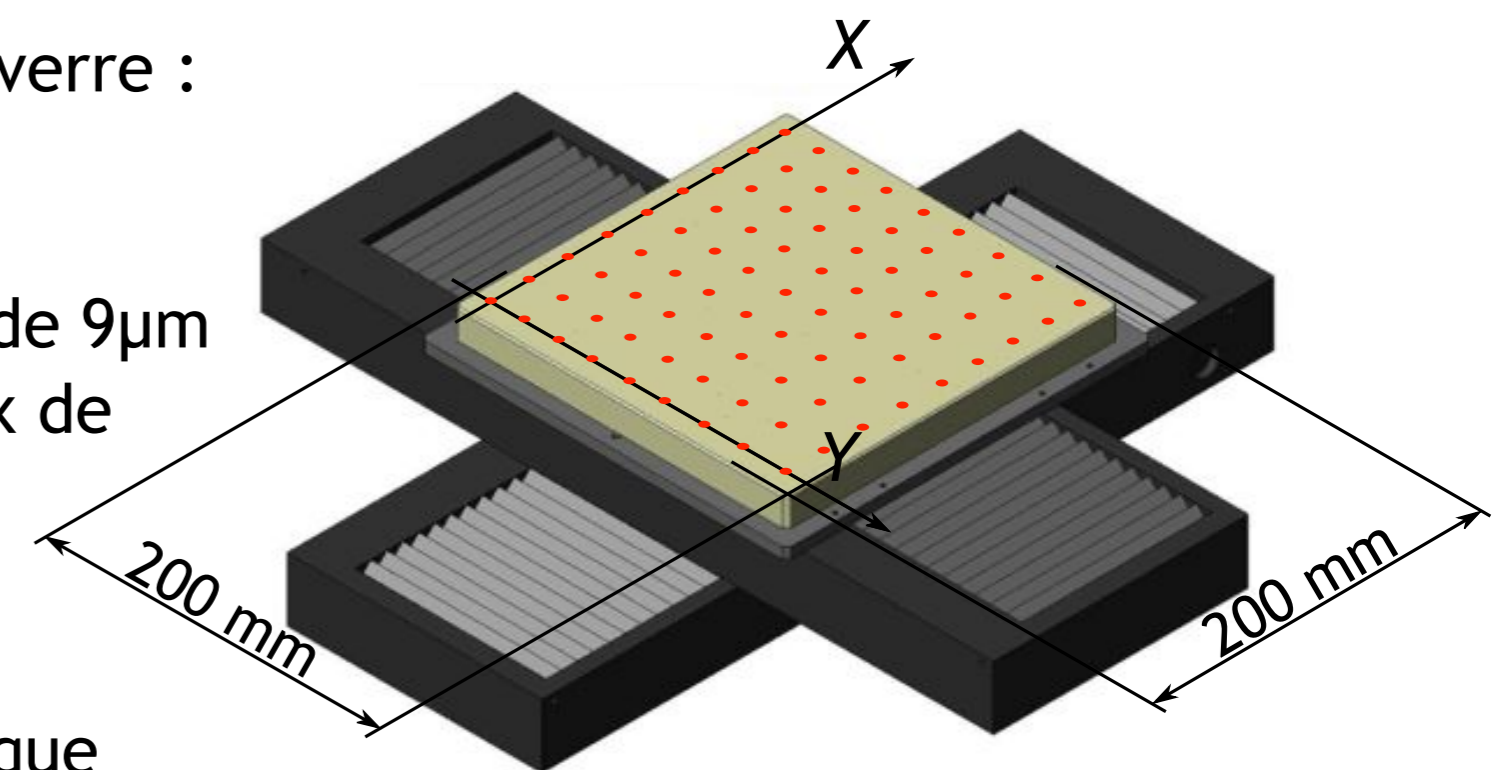
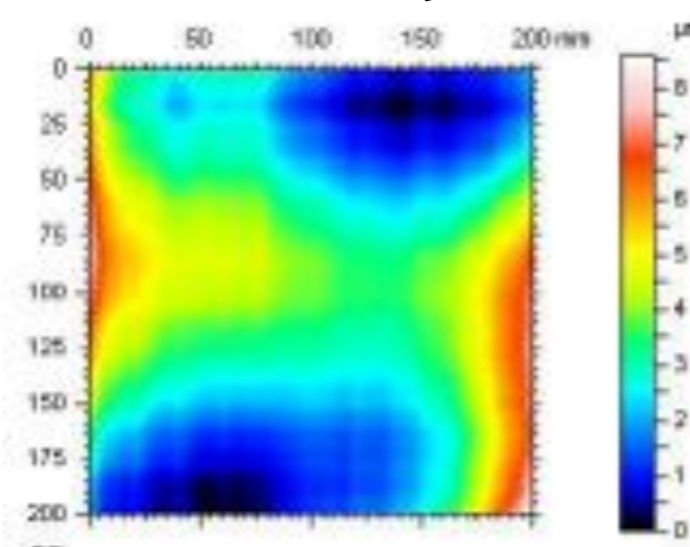


Fig. 4-Protocole de calibration

Surface moyenne



Ecart-type moyen

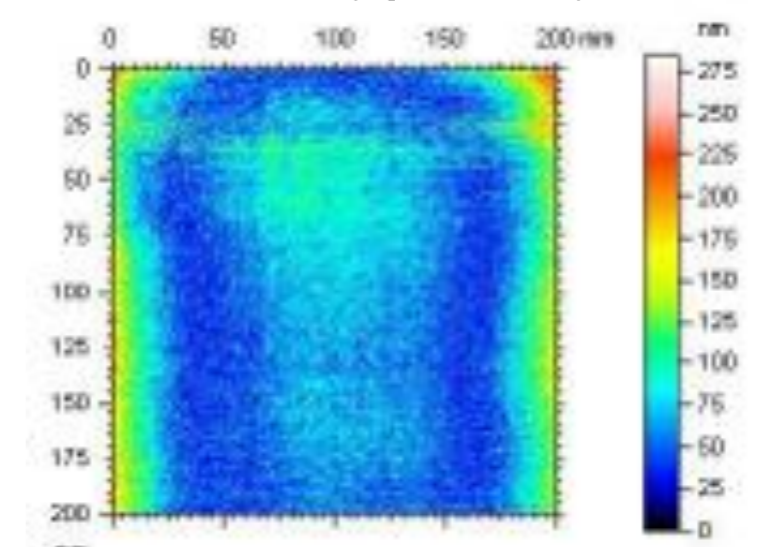
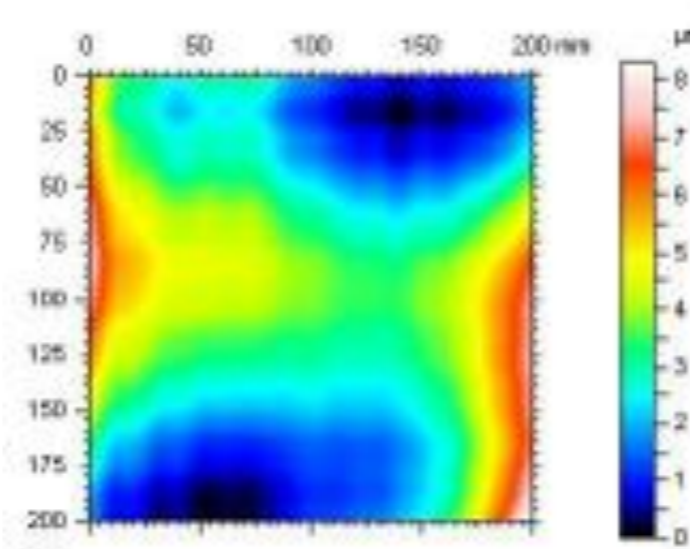
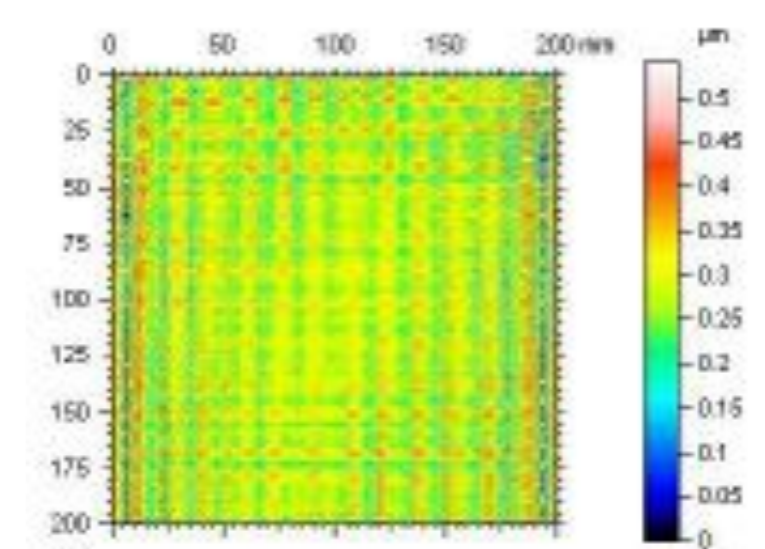


Fig. 5-Cartographie de la surface moyenne des variations géométriques du montage XY



$$V_{\text{correction}} = \sum_{i=1}^{500} \bar{\lambda}_i \cdot Q_i$$



$$V_{\text{corrigée}} = V - \sum_{i=1}^{500} \bar{\lambda}_i \cdot Q_i$$

Fig. 6-Surface de correction et surface corrigée

Conclusion

- amélioration significative et pertinente de la planéité d'un montage XY de micro-positionnement d'un profilomètre optique Altisurf©, de $8.5 \mu\text{m}$ à $0.55 \mu\text{m}$,
- utilisation d'un paramétrage original pour quantifier les variations géométriques systématiques,
- intégration de la correction dans le logiciel de pilotage (Phenix©) du profilomètre optique Altisurf©.