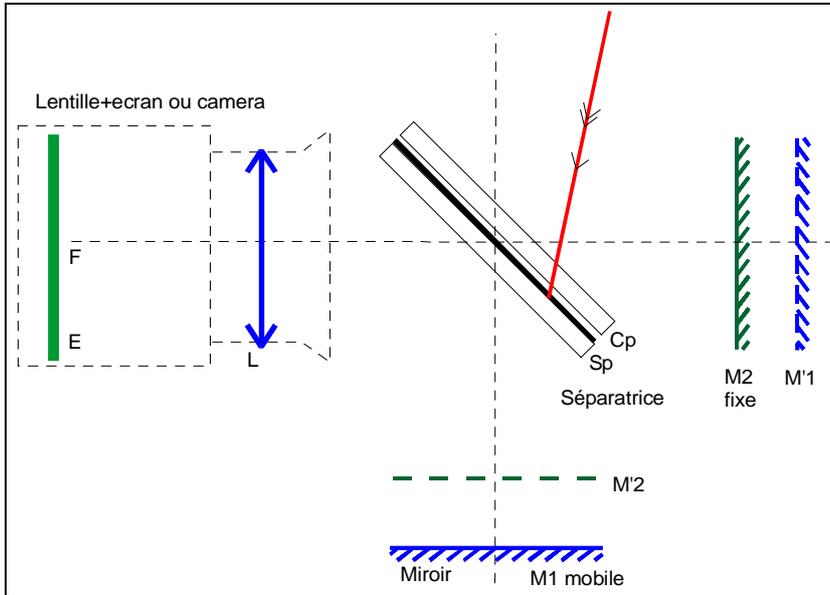


NOM : .....  
Prénom : .....

**Exercices (tout document autorisé)**

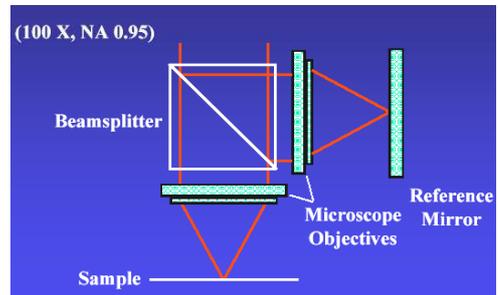
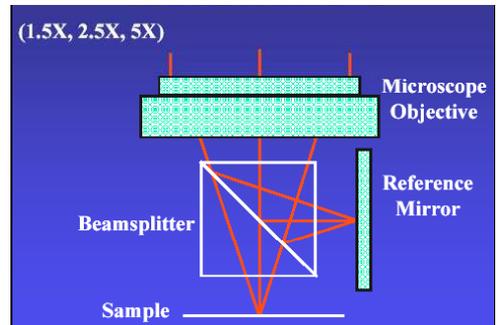
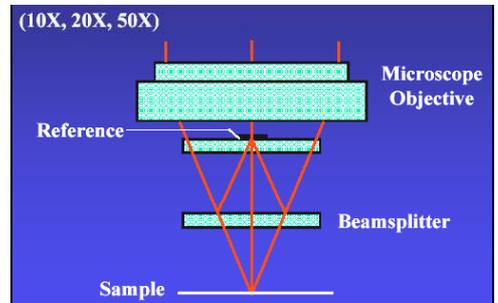
**1. Michelson**



Cadre 1 : Schéma à compléter

Un rayon incident parvient sur la séparatrice d'un interféromètre de Michelson. **Compléter le schéma du cadre 1** en traçant le parcours des rayons, jusqu'à l'écran d'observation E placé dans le plan focal de la lentille L.

Observer les schémas des objectifs du cadre 2. Préciser quel est l'**objectif de Michelson, de Mirau, de Linnik**. Où se trouve la caméra CCD ? par quel chemin les rayons y parviennent-ils ?



Cadre 2: Objectifs interférentiels

**2. Interférences à deux ondes**

L'interférence de deux ondes (issues de deux sources  $S_1$  et  $S_2$ ) d'intensité  $I_1$  et  $I_2$  donne, en un point M du champ d'interférence où le déphasage est  $\varphi$ , un éclairement :

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi)$$

On place un écran dans le champ d'interférence. On observe des franges au profil d'énergie sinusoïdal.

Quel est l'éclairement  $I_{MAX}$  des franges claires ?

Quel est l'éclairement  $I_{MIN}$  des franges sombres ?

Quel est l'éclairement moyen  $I_{MOY}$  de l'écran ?

Quel est le contraste  $C = (I_{MAX} - I_{MIN}) / (I_{MAX} + I_{MIN})$  ?

Montrer que I peut aussi s'écrire  $I = I_{MOY} (1 + C \cos(\varphi))$

Toutes les réponses sont à exprimer en fonction de  $I_1$  et  $I_2$

L'écran est remplacé par la matrice d'une caméra CCD. L'image qu'on observe sur l'écran apparaît sur le moniteur en niveaux de gris (NG) codés sur 256 niveaux (de 0 à 255).

En présence de la source  $S_1$  seule, l'éclairement est uniforme et le niveau de gris est  $NG_1 = 120$  (ce qui correspond à  $I_1$ ). Avec  $S_2$  seule on a  $NG_2 = 80$ .

Quels seront  $I_{MOY}$ ,  $I_{MAX}$ ,  $I_{MIN}$  et  $C$  ?

Lorsqu'on observe les interférences, les franges apparaîtront-elles sinusoïdales ?

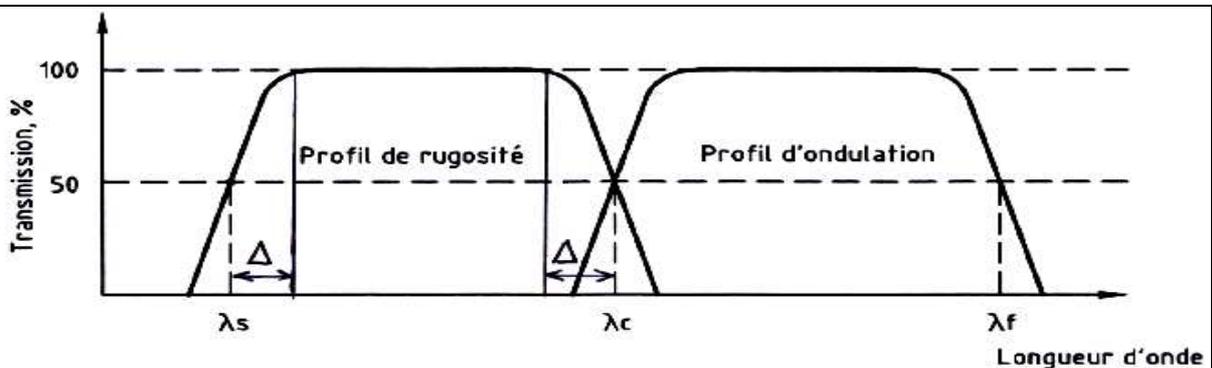
$I_{MOY}$ ,  $I_{MAX}$ ,  $I_{MIN}$  sont en NG.

### 3. Rugosité – Mesure d'états de surface

Lire le document « [caratérisation surfaces.pdf](#) » pages 11 12 et 13 puis pages 30 et 31 (les pages sont numérotées à partir de 6).

Expliquez en quelques mots ce qu'est

- La longueur de base
- La longueur d'évaluation
- A quoi sert le filtrage.
- La mesure par PSM (ou PSI)
- La mesure par CPM (ou VSI)



Les valeurs normalisées des longueurs d'onde sont les suivantes :  
0,0025 / 0,008 / 0,025 / 0,08 / 0,25 / 0,8 / 2,5 / 8 / 25 mm

Cadre 3 : Filtrage normalisé

#### 4. Filtrage

Les filtres normalisés sont donnés sur la figure du cadre 3.

Les images suivantes sont obtenues avec le microscope interférentiel Veeco.

Les filtres utilisés sont : 0,025mm; 0,08 mm; 0,25 mm.

Quels sont les filtres (passe-bas, passe-haut ou passe bande) utilisés pour obtenir les trois images suivantes ? Précisez les longueurs d'ondes de coupure.

A quelle valeur estimez-vous la rugosité Ra ?

Quel est l'ordre de grandeur de l'ondulation en amplitude?

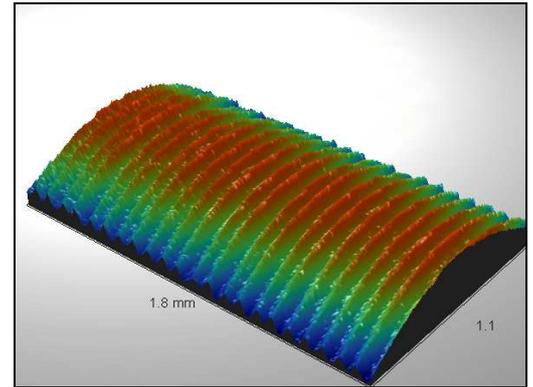
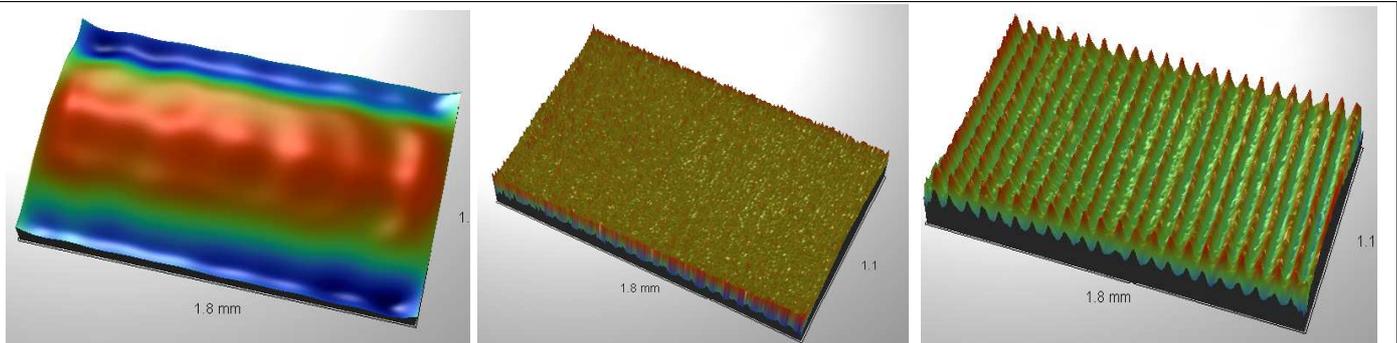


Image non filtrée



(1) Ra = 3,7µm Rt = 15,1µm

(2) Ra = 0,3 µm Rt = 7,4 µm

(3) Ra = 1,0µm Rt = 11 µm

Filtres :

Image (1) : ..... Image (2) : ..... Image (3) : .....

$\lambda_{\text{COUPURE}}$  : ..... .

Ra = ..... Ondulation : .....

#### 5. Images phasées

1) Formation d'images phasées.

Ouvrir Visulm5. Générer quatre images (au format 512X512 – aller dans *Fenêtre* puis *Taille par défaut*) appelées  $I_{00}$ ,  $I_{90}$ ,  $I_{180}$ ,  $I_{270}$ , présentant des décalages de phase 0,  $\pi/2$ ,  $\pi$ ,  $3\pi/2$  en utilisant la fonction "Opérations" – "générer mires" du logiciel **Visulm**.

Choisir une **période spatiale de 8 pixels**, un contraste **C= 0,5** et une intensité moyenne  **$I_{\text{MOY}} = 100$** .

Sur l'image 00 le niveau de gris du pixel x d'une ligne est donné par :

$$I_{00} = I_{\text{MOY}}(1 + C \cos(\varphi)) \text{ ou } \varphi \text{ est la phase } \frac{2\pi x}{8}. \text{ Calculez la phase et le niveau de gris du pixel 100.}$$

Relevez le NG du pixel 100 sur chaque image puis calculez la phase  $\varphi$  par la relation  $\text{ATAN}\left(\frac{I_{270} - I_{90}}{I_{00} - I_{180}}\right)$ .

Donnez  $\varphi$  en NG.

$I_{00}(100) = \dots$  ;  $I_{90}(100) = \dots$  ;  $I_{180}(100) = \dots$  ;  $I_{270} = \dots$

Calcul de  $\varphi$ .

Demandez l'image phasée à quatre images appelée *ImPhasée*. ("Analyse de franges" – "Calcul d'images phasées à 4 images")

**Enregistrer *ImPhasée sous réf.jpg***

Relevez le NG du pixel 100 de l'image phasée. Comparez votre résultat à celui fourni par le calcul

## 2) Soustraction d'images phasées – démodulation.

Ouvrir ***objet.jpg***. On suppose qu'elle a été obtenue à partir de 4 images, par projection de franges (de pas 8 pixels) déphasées successivement de  $\pi/2$ .

a) Faire la soustraction (modulo 256) de *objet.jpg* - *réf.jpg*

Le résultat est ***modulée.jpg***.

Rq. : Si vous n'avez pas réalisé *réf.jpg*, utilisez *réf\_secours.jpg*

b) Démodulation

Demandez la démodulation de *modulée.jpg*

Le résultat est ***démodulée.jpg***

**Enregistrez vos images dans votre dossier.**

Commentez (quelles informations tire-t-on de l'image obtenue ?).

## 6. Interférométrie de speckle

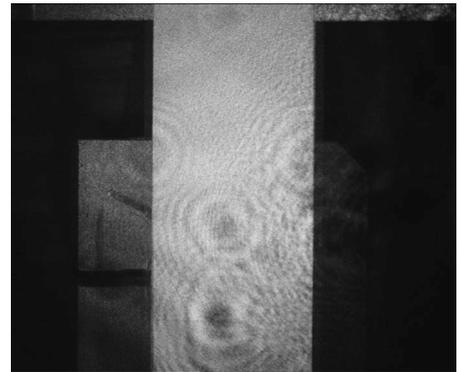
On prend les images observées par la caméra dans un montage (utilisant un laser He-Ne de longueur d'onde **0.633  $\mu\text{m}$** ) d'interférométrie de speckle.

L'objet étudié est une poutre fixée dans sa partie supérieure avant déformation (***expo1***) et après déformation (***expo2***) voir cadre 4. En faire la soustraction absolue : enregistrer sous ***Double\_expo.jpg***

Quelle est approximativement la déformation de la poutre mesurée au niveau des points du bas de l'image (cadre 4) ?

Expliquez en quelques mots pourquoi on ne peut pas connaître le sens de la déformation.

Quelle technique permet de montrer le sens de la déformation ?



cadre 4 : Expo2.jpg

## 7. Incertitude de type B et de type A

Ouvrir la feuille "IncAB" du fichier **dev\_inc.xls** où sont relevées des mesures faites avec un ohmmètre. Le tableau de mesures permet d'évaluer la valeur du mesurande et les incertitudes de type A. Les données du constructeur permettent d'évaluer les incertitudes de type B.

Complétez le fichier excel jusqu'à l'affichage du résultat de mesure.  
Enregistrez le fichier **dev\_inc\_nom.xls** dans votre dossier.

## 8. Méthode par régression linéaire (DMC).

Ouvrir la feuille "DMC" du fichier **dev\_inc\_nom.xls**.

On a relevé les valeurs  $U$  en fonction de  $I$  au cours d'un TP de mesure d'une résistance.

On veut en déduire la résistance en utilisant la loi  $U = RI$

Pour cela on exploite **la droite de régression linéaire** obtenue à partir du graphe  $U$  en fonction de  $I$  dont la pente est théoriquement  $R$ .

Complétez la feuille et enregistrez votre fichier **dev\_inc\_nom.xls** dans votre dossier.