

# SYSTÈME DE MESURE INTERFÉROMÉTRIQUE

## U51. ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTÈME

### 1.1. Éléments à votre disposition

#### 1.1.1. Matériel

#### 1.1.2. Documentation

#### 1.1.3. Logiciels

<b>Liste du matériel</b>	<b>U51</b>	<b>U52</b>	<b>U53</b>
<i>Interféromètre de Michelson sur microbanc constitué de :</i>			
• Laser He-Ne + aliment.			
• Miroir			
• Cubes séparateurs		X	X
• Lentille $f' = 20$ mm			
• Lames $\frac{1}{4}$ onde			
• Polariseurs			
• Éléments mécaniques de liaison et de réglage			
Récepteurs à fibres		X	X
Boîtier électronique		X	X
Compteur Métrologic		X	X
Miroir à déplacement piézo (à étudier) + alimentation + jauge de déformation		X	X
Pont extensométrique		X	X
Pont de Wheatstone + ampli		X	X
Micro-ordinateur	X	X	X
Carte analogique/numérique		X	X
Oscilloscope analogique		X	
Imprimante	X	X	X

cadre 1.

<b>Liste de la documentation</b>	<b>U51</b>	<b>U52</b>	<b>U53</b>
Dossier technique	X	X	X

cadre 2.

<b>Liste des logiciels</b>	<b>U51</b>	<b>U52</b>	<b>U53</b>
Piezo		X	
Orcad			X
Labview7		X	
Excel		X	X

cadre 3.

### 1.2. Introduction - Problématique

On utilise un interféromètre de type Michelson donné *cadre 5* qui permet la mesure de variations de chemins optiques.

On le mettra en œuvre pour étudier le déplacement par effet piézo-électrique d'un miroir, puis pour étudier la réponse en tension d'une jauge de déformation.

Nous contrôlerons enfin l'asservissement du déplacement du miroir par la tension de jauge.

Le système est fourni monté (à l'exception du bras de mesure), mais non réglé. Nous étudierons son principe par comparaison au système CSO commercialisé. Sa mise en œuvre nécessite certains réglages fins et raisonnés du montage optique ainsi que du comptage électronique. La commande de la tension d'alimentation de Mpz, l'acquisition de la réponse de la jauge et celle du compteur sont assurés par le logiciel *Michel*, de même que le traitement des résultats et l'asservissement.

Dans la salle B008, nous avons un microscope interférentiel qui permet de mesurer des rayures sur des surfaces polies en mode PSI. La méthode PSI (phase shifting interferometry) s'apparente au Moiré par projection de franges avec décalage de phase. Ce décalage de phase est réalisé à l'aide d'un piezo, le déplacement de celui-ci est de  $0.079 \mu\text{m}$  pour chaque déphasage de  $\pi/2$ .

Est-ce que l'ensemble piézo + système de mesure du TP permettrait de réaliser la fonction du microscope interférométrique? (Réponse à donner en fin d'U53)

### 1.3. Travail demandé

#### 1.3.1. SADT

Par la méthode SADT, développer le niveau A0 de l'analyse fonctionnelle donnée *cadre 4*. Compléter le *cadre 9*.

#### 1.3.2. Étude du système interférométrique - Principes mis en œuvre

##### 1.3.2.1. Résolution

Les bras du Michelson présentent une **différence de chemin optique**  $\delta_0$  après réglages. Il sera  $\delta$  après déplacement  $x$  du miroir  $M_{pz}$  du *cadre 5*.

La variation de chemin optique est donc :  $\Delta\delta = 2n \cdot x$  (1)

Le compteur Métrologie est incrémenté lors du défilement **d'un quart de frange**. Lorsque  $N$  quarts de franges ont défilé, la variation de chemin optique est :

$$\Delta\delta = N\lambda/4 \quad (2)$$

Quel déplacement minimum du miroir peut-on détecter ? (On suppose  $n \approx 1,00028$  et  $\lambda_0 = 632,99143$  nm dans le vide).  
 Quel est l'affichage du compteur lorsque le déplacement est de  $7,9 \mu\text{m}$  ?

##### 1.3.2.2. Comptage

On réalise à l'aide de l'interféromètre deux systèmes d'anneaux. Les capteurs à fibres optiques perçoivent les intensités lumineuses derrière les polariseurs :

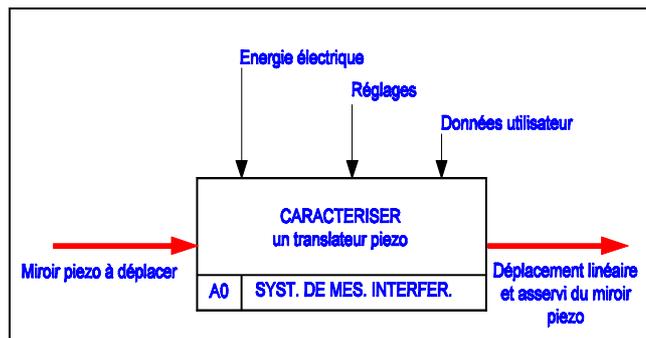
$$I_1 = I_0 \left( \frac{1 + \cos \varphi}{2} \right) \quad \text{et} \quad I_2 = I_0 \left( \frac{1 + \sin \varphi}{2} \right)$$

Quand le déphasage  $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta$  entre

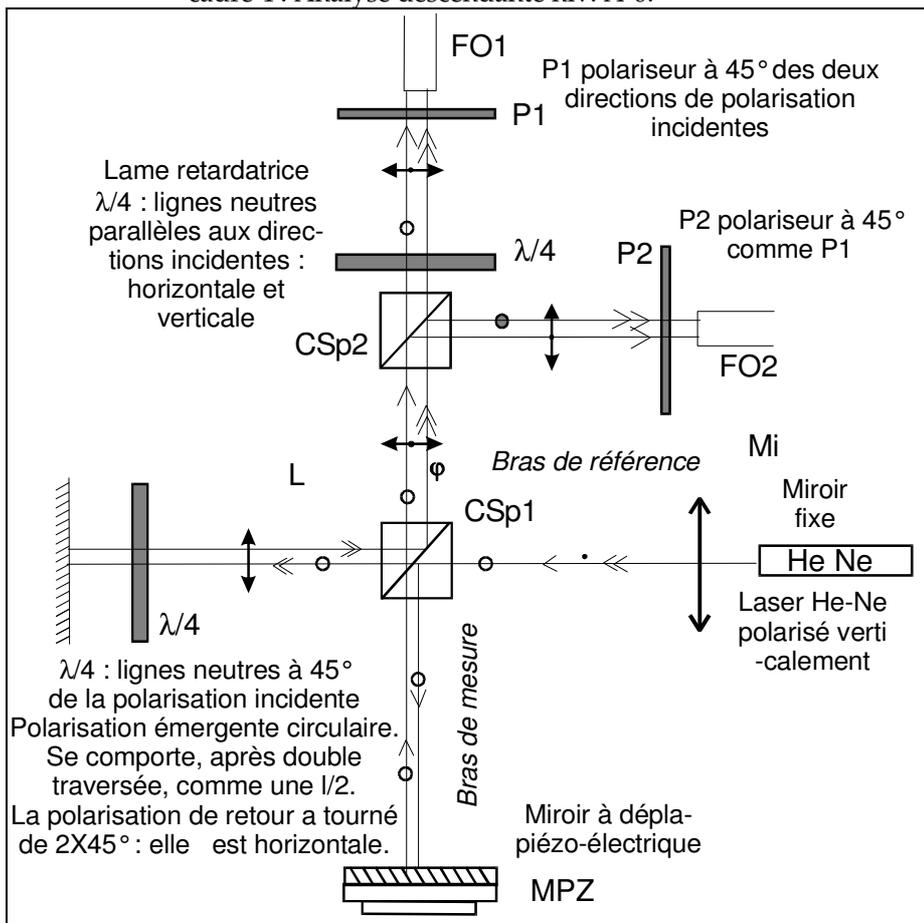
les faisceaux varie au cours du temps, les capteurs produisent des tensions électriques  $s_1$  et  $s_2$  proportionnelles aux intensités lumineuses. On ne visualise à l'oscilloscope que les **parties variables**  $X(t)$  et  $Y(t)$  de ces tensions.

$X(t)$  et  $Y(t)$  sont imposées aux deux voies de l'oscilloscope (mode XY), qu'observe-t-on à l'écran ? (Justifier en calculant  $X^2+Y^2$ .)

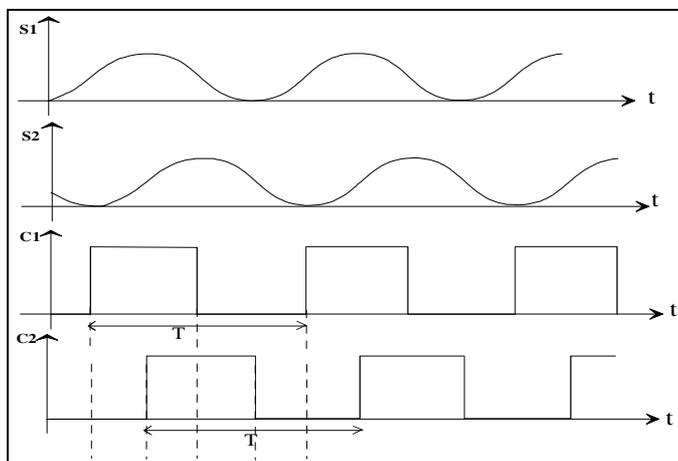
L'allure des signaux (supposés de période  $T$ ) issus du boîtier électronique vous est donnée *cadre 6* ( $s_1, s_2, c_1, c_2$ ) :



cadre 4 : Analyse descendante niv. A-0.



cadre 5 : L'interféromètre.



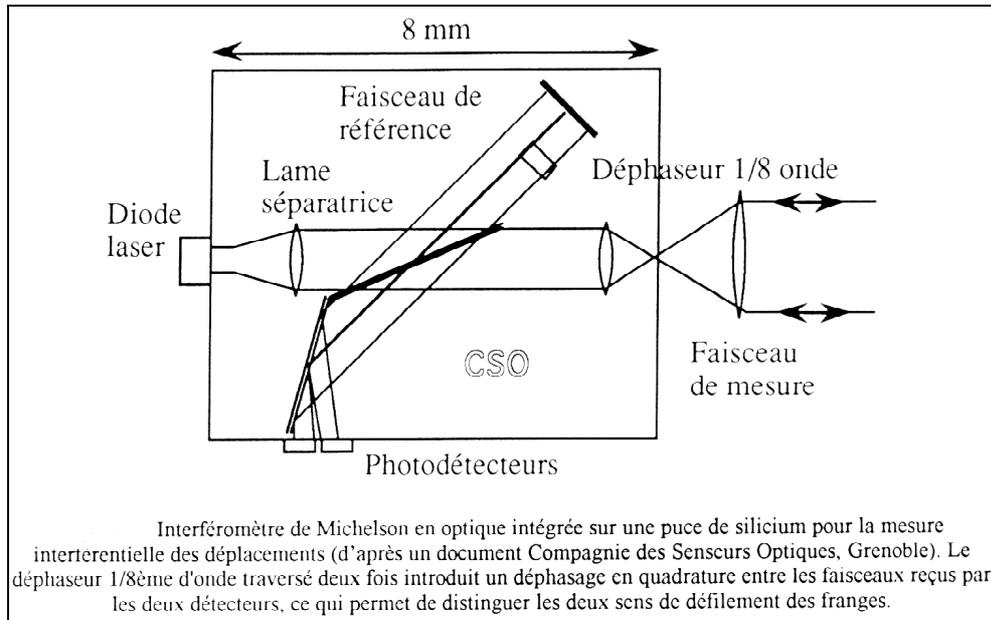
cadre 6 : Allure des signaux.

- s1, s2 représentent les signaux analogiques transmis lors du défilement des franges ;
- c1, c2 représentent les signaux mis en forme, images des franges.

On utilise les 2 signaux c1, c2 déphasés de T/4.

- Quelle est la plus petite variation  $\Delta t$  mesurable (en utilisant tous les fronts de c1 et c2 pendant une période T de c1 ?
- Peut-on dans ce cas déterminer le sens de déplacement ? (Justifier.)

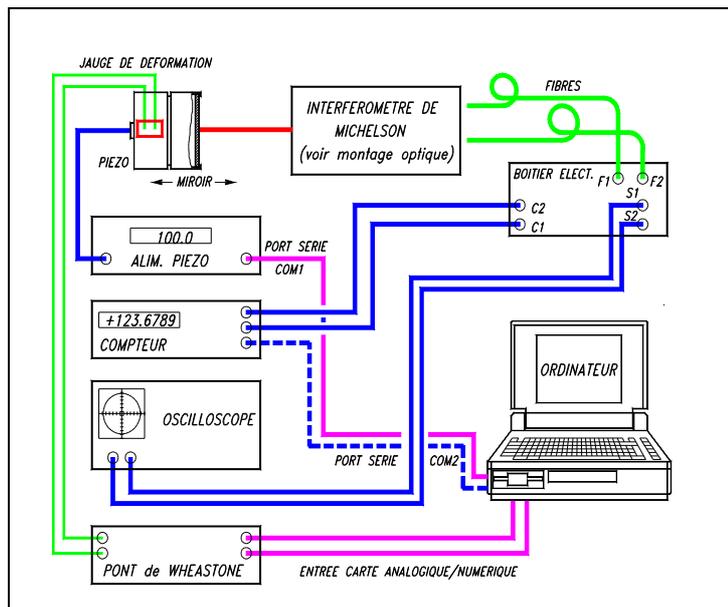
1.3.2.3. Système interférométrique CSO



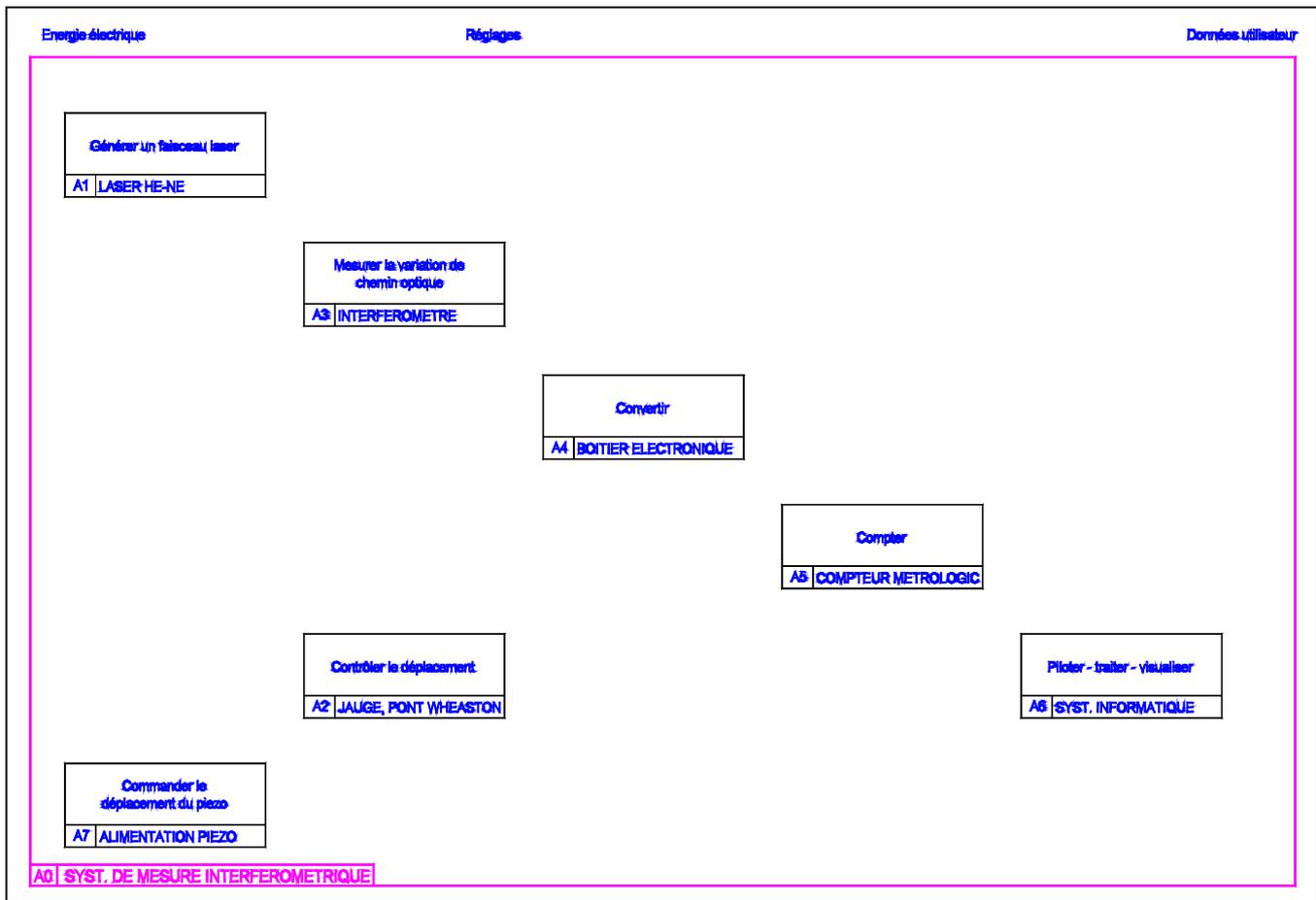
cadre 7 : Interféromètre CSO en optique intégrée.

La société CSO commercialise un capteur interférométrique (voir cadre 7 et cadres 6 et 7 du dossier technique).

- Comparer le circuit optique intégré et le montage de ce T.P (cadre 5) (points communs; différences).
- Préciser dans le système CSO le rôle de la lame déphasante, de la lame semi-transparente, du miroir séparateur de faisceaux. Quels sont les équivalents dans le montage du TP ?
- Expliquer le rôle des lames  $\lambda/4$  dans le montage d'étude.
- Que peut-on dire du principe de traitement utilisé dans les deux systèmes ?



cadre 8 : Synoptique du système.



cadre 9 : SADT à compléter.