

CONCEPTION D'UN DISPOSITIF EXPERIMENTAL POUR MESURER LA DEFORMATION PAR INTERFEROMETRIE LASER

DR. HASSAN ASSELMAN* ET EL MOSTAPHA EL ADDAD*

*Université Abdel Malek Essaâdi. Faculté des Sciences de Tétouan. Département de Physique.
U.F.R. : SYSTEMES DE TELECOMMUNICATION

INTRODUCTION

Au cours de ces vingt dernières années, le développement des appareils d'instrumentation a connu un essor important. Notre laboratoire d'accueil, le Groupe d'Optique et photonique, a créé une activité de recherche appliquée dans le domaine de l'interférométrie optique. Le travail consiste à la conception d'un dispositif optoélectronique. Ce dispositif est basé sur le phénomène d'interférences qui permet de mesurer la déformation inférieure au micromètre avec une bonne précision.

Cette expérience a été présentée lors de la troisième semaine nationale de la science de l'université ABDELMALE ESSAADI organisée à la faculté des sciences de Tétouan du 21 au 26 mars 2005.

Dans notre université nous constatons le manque de ce genre d'initiative à cause des moyens financiers très insuffisants pour l'achat de matériel de recherche généralement coûteux. D'où l'idée de réaliser un dispositif expérimental de recherche de précision à partir du matériel d'enseignement hors service (déjà utilisé dans les travaux pratiques), des réparations nécessaires et surtout en partant de l'idée originale (à notre connaissance) qui nous a poussé à faire cette expérience.

De plus ce travail trouve beaucoup d'applications dans plusieurs domaines (physique des matériaux utilisés dans la construction, mécanique, géologie ...).

La réalisation de ce dispositif est d'une grande délicatesse vu les problèmes optiques (la mise au point, vibrations mécaniques, l'acquisition du matériel ...).

SCHEMA DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif expérimental comprend :

1. Un laser He-Ne délivré par la société PHYWE, de puissance 1mw, émettant une

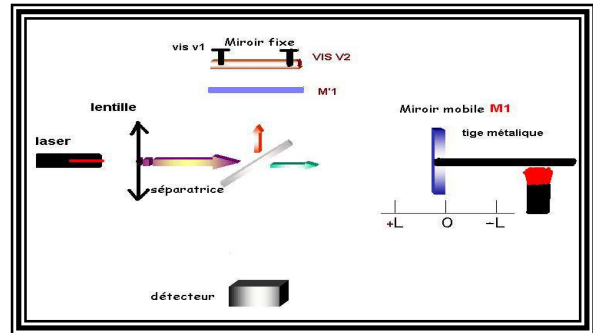


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental

lumière dans le visible (rouge), cohérente et monochromatique de longueur d'onde 632.8nm. C'est un faisceau de lumière parallèle permettant d'observer des interférences. L'effet laser se produit suite à une décharge électrique à l'intérieur du tube en verre qui contient un mélange de deux gaz rares: l'hélium et le néon dans des proportions bien précises.

2 - Une lentille de courte distance focale (2cm) indispensable pour observer la figure d'interférence.

3 - Un interféromètre de Michelson délivré par la société PHYWE de référence: 08557.00. Il est constitué par :

- Une lame séparatrice de transmission 50%.

- Deux miroirs perpendiculaires. l'un est fixe, orientable dans les plans horizontal et vertical. L'autre est mobile.

- Le miroir mobile collé à une tige métallique de longueur $L_0=10$ cm et de diamètre environ 2 mm. Ceci constitue la principale modification de l'interféromètre de Michelson qui va répondre à notre objectif.

4 - Un écran blanc d'observation du phénomène d'interférence.

5. Thermocouple (FI 515X /FI817X) :
 On branche l'adaptateur à thermocouple entre les bornes COM – Temp, en respectant les polarités(respecter le sens de branchement) puis on connecte le connecteur subminiature de la sonde à la tige.
 Intervalle de mesure (plage) :-50°C à + 1000°C.
 Résolution :1°C et La précision:(0.3 %) .

6. Le système électronique de mesure comprend :

- Un détecteur de lumière visible placé au centre de la figure d'interférence : il s'agit d'une cellule photoélectrique
- Un amplificateur du signal électrique
- Un oscilloscope pour la visualisation des signaux électriques
- Une échelle de comptage des impulsions électriques

Lorsqu'on chauffe la tige, celle-ci se dilate et le miroir se déplace. On observe le défilement des franges et on procède au comptage de leur nombre durant la phase de refroidissement.

DETERMINATION DE L'EXPRESSION DU COEFFICIENT DE DILATATION α :

L'expression optique du déplacement du miroir s'écrit:

$$\Delta l = \Delta K \cdot \frac{\lambda}{2}$$

L'expression mécanique du déplacement du miroir s'écrit :

$$\Delta l = \alpha L_0 \Delta T$$

D'où :

$$\alpha = \frac{\lambda}{2 L_0} \frac{\Delta K}{\Delta T}$$

Pour déterminer expérimentalement le coefficient de dilatation linéaire α il suffira de compter la variation du nombre ΔK des franges brillantes défilant au centre de la

figure d'interférence et la variation de température ΔT correspondante.

La différence de marche entre deux franges, brillante- sombre, consécutives varie alors de $\lambda/2$, ce qui correspond à une variation de l'épaisseur de la lame d'air de $\lambda/4$, inférieur au micromètre (environ 0.2 10-6m) d'où l'intérêt et la sensibilité de notre méthode expérimentale.

Nous avons mesuré le coefficient de dilatation linéaire α du cuivre et de l'aluminium avec une précision de l'ordre de 3%. Notre détermination est en très bon accord avec les valeurs rencontrées dans la littérature.

CONCLUSION

Ce dispositif permettra de mesurer de façon automatisée et relativement précise les variations de longueur des solides en fonction de la température par le comptage du nombre des variations de la nature des franges d'interférence.

L'objectif de cette réalisation expérimentale et de pouvoir l'utiliser:

- Pour faire diverses mesures et applications, au profit de la recherche scientifique selon le besoin de notre entourage économique.

- De mettre au point une manipulation de travaux pratique adaptée, au besoin des étudiants de nos établissements pour étudier la dilaton des métaux. Cette manipulation n'est pas disponible, à notre connaissance, dans les autres établissements universitaires de notre pays. De plus elle ne figure dans aucun catalogue de vente de matériel de travaux pratique (PHYWE, MALABO ...). D'où l'originalité et l'importance de ce travail.

- De mieux comprendre l'utilisation et le principe de fonctionnement de l'interféromètre de Michelson et surtout la connaissance des matériaux qui rentrent dans sa fabrication (Miroir..), pour penser dans un future proche, à la fabrication des exemplaires de ce dispositif avec des matériaux qu'on peut trouver sur place et surtout non coûteux au bénéfice des étudiants et de notre entourage sociaux économique.

- Les perspectives à l'avenir seraient d'isoler le système et contrôler la nature de l'excitation (énergie) et sa variation.

BIBLIOGRAPHIE

-G.BRUAT D'Optique, A. KASTLE