PHOTOÉLASTICIMÉTRIE

Objectifs du TP

— utiliser les montages photoélastiques classiques
— déterminer expérimentalement les tenseurs des contraintes
— vérifier l'hypothèse de linéarité de l'élasticité
— comparer aux résultats théoriques

Installation expérimentale

Banc optique

Il se compose de
— une source de lumière : lumière blanche ou monochromatique jaune (lampe au sodium)
— un polariseur linéaire (L)
— une lame quart-d'onde (C)
— un analyseur linéaire (L) solidaire ou non en rotation au polariseur
— l'éprouvette sur laquelle on exerce une traction

Les éprouvettes

— éprouvettes de traction
— éprouvette percée d'un trou circulaire
— deux éprouvettes percées d'un trou elliptique
— éprouvette de flexion

Les expériences pourront être faites en lumière blanche ou monochromatique, en lumière rectiligne ou polarisée circulaire. On pourra en particulier essayer d'appliquer la méthode de Séramont-Tardy pour déterminer le facteur de frange.

Remarque générale : Les éprouvettes que vous utilisez pendant le TP sont relativement fragiles et doivent être utilisables par tous les groupes. En cas de mauvaise manipulation avérée pendant la séance les enseignants se réservent le droit de retirer des points aux groupes responsables de ces mauvaises manipulations.

Mesures et résultats attendus

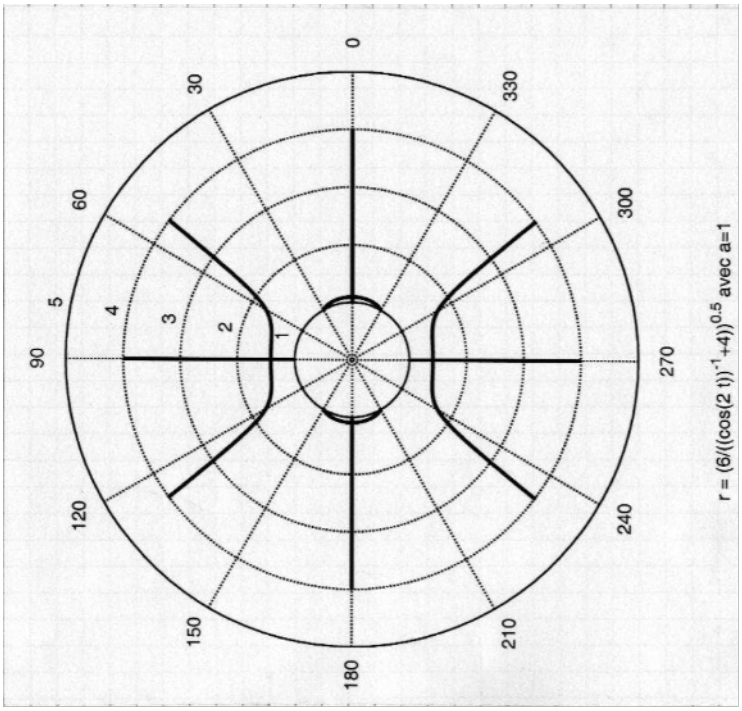
Eprouvette en traction simple L'objectif de cette partie est de prendre en main le système expérimental et de mesurer la valeur de la constante de frange du matériau.

Vous placerez l'éprouvette de traction simple entre polariseur et analyseur croisés et éclairerez le système. Il faut utiliser pour ce montage les polariseurs linéaires notés (L).

— Qu'observez-vous dans le cas où l'éprouvette n'est pas sous charge ? Est-ce dépendant de l'orientation de l'ensemble "polariseur et analyseur croisés" ?
— Qu'observez-vous dans le cas où l'éprouvette est sous charge ? Comment cela évolue-t-il lorsque l'on fait tourner l'ensemble "polariseur et analyseur croisés" ?
— Le déphasage $\Delta\phi$ induit par un milieu biréfringent sous contraintes est donné par : $\Delta\phi = \frac{2\pi e}{\lambda} C(\sigma_1 - \sigma_2)$, où e est l'épaisseur de l'éprouvette, λ la longueur d'onde de la lumière utilisée et C la valeur de frange. Dans quelles conditions l'éprouvette apparaît noire ?
— Vous pouvez déduire les directions principales. Le résultat vous paraît-il logique ?
— Vous déduirez de ce qui précède la valeur du tenseur des contraintes en tout point de l'éprouvette, puis vous vérifierez la linéarité de la relation $\Delta\phi = \frac{2\pi e}{\lambda} C(\sigma_1 - \sigma_2)$ et déterminerez la valeur de C.

Eprouvette percée d'un trou Vous utiliserez l'éprouvette percée d'un trou circulaire montée en traction. Vous aborderez les points suivants :

— observer les isoclines à 0° (polariseur vertical) et comparer au résultat théorique donné sur la figure ci-dessous.



— Le tenseur des contraintes théorique est donné par :

$$\sigma_{rr} = \frac{F}{2S}(1 - \frac{a^2}{r^2}) + \frac{F}{2S}(1 + \frac{3a^4}{r^4} - \frac{4a^2}{r^2})\cos(2\theta) \quad (1)$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{F}{2S}(1 + \frac{a^2}{r^2}) - \frac{F}{2S}(1 + \frac{3a^4}{r^4})\cos(2\theta) \quad (2)$$

$$\sigma_{r\theta} = -\frac{F}{2S}(1 - \frac{3a^4}{r^4} + \frac{2a^2}{r^2})\sin(2\theta) \quad (3)$$

Rechercher les points isotropes en bord de trou et comparer vos observations à la théorie.

— Déterminer les contraintes $(\sigma_1 - \sigma_2)$ à appliquer pour faire apparaître l'isochrome d'ordre 1 le long de l'axe horizontal du trou. Commenter l'évolution de ces contraintes le long de cet axe en comparant avec le cas d'une éprouvette non percée (Partie I).

— On définit le facteur de concentration f_c comme le rapport de la contrainte en l'absence de trou par celle en bord de trou (le long de l'axe horizontal). Que vaut f_c pour la plaque percée d'un trou ?

— Déterminer f_c pour les deux plaques percées de trous elliptiques. Qu'en concluez vous sur l'effet de l'orientation des axes de l'ellipse sur le facteur de contraintes ?

— Peut-on accéder à la répartition de σ_1 et de σ_2 sur l'axe horizontal ? Pourquoi ?

Eprouvette en flexion Cette partie est qualitative.

— Après avoir monter l'éprouvette en flexion, déterminer les directions principales.

— Déterminer la ligne neutre.

— Observer les isochromes. Que peut on en déduire ?

— Que peut-on dire sur le principe de Saint-Venant à la vue des résultats ?