

1. Objectifs du TP

- Comprendre le principe de la photoélasticimétrie.
- Visualiser la répartition des contraintes dans des pièces soumises à un effort.
- Mettre en évidence l'influence de :
 - variations brusques de géométrie
 - procédés de fabrication (moulage)
 - défauts (inclusions)
 - états de surface (stries d'usinage)
- Interpréter qualitativement les champs de contraintes observés.

2. Rappels théoriques

La photoélasticimétrie est une méthode expérimentale permettant d'observer les contraintes dans un matériau transparent soumis à un effort.

Lorsqu'un matériau photoélastique est placé entre deux filtres polarisants (polariseur et analyseur) et soumis à une contrainte :

- il devient biréfringent
- des franges colorées apparaissent
- ces franges correspondent à des zones de contraintes égales

Plus les franges sont serrées, plus le gradient de contrainte est important.

Les concentrations de contraintes apparaissent généralement :

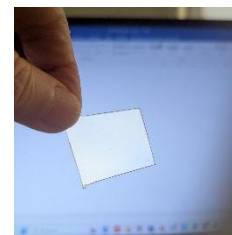
- aux angles vifs
- autour des défauts
- dans les zones de discontinuité

3. Contraintes générées par des efforts

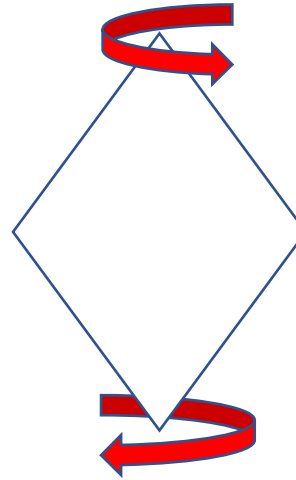
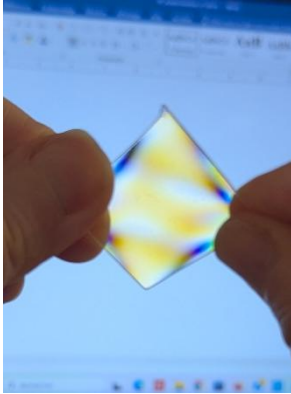
Prenez la pièce n°1 (plaque de plastique d'épaisseur 1 mm).

Q1. Mettez les lunettes polarisées et faites pivoter la pièce entre vous et l'écran. Que constatez-vous :

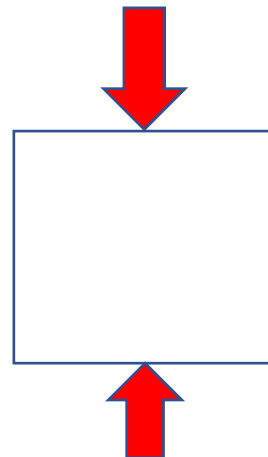
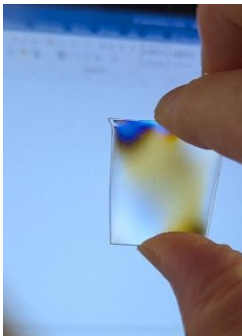
La pièce est de couleur uniforme.
Lorsqu'on la fait pivoter, elle bloque plus ou moins la lumière de l'écran.



Q2. Appliquez un effort de torsion sur la pièce, dessinez les franges sur l'image ci-dessous :



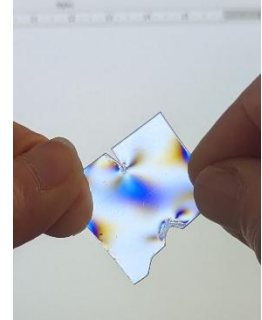
Appliquez un effort de compression sur la pièce, dessinez les franges sur l'image ci-dessous :



3. Impact des variations de géométries sur les contraintes

Prenez la pièce n°2 (plaque de plastique d'épaisseur 1 mm avec entailles).

- Q3. Appliquez un effort de traction sur la pièce et dessinez ci-dessous les franges qui apparaissent. Pour un effort équivalent y a-t-il plus ou moins de franges qui apparaissent sur la pièce n°2 que sur la pièce n°1 ?



De nombreuses franges apparaissent là où il y a des discontinuités

- Q4. Où apparaissent les premières franges ?
- Q5. Où les contraintes sont-elles maximales ? Comparer avec une zone sans discontinuité.
- Q6. Conclure sur l'effet des angles vifs et des trous.
- Q7. Expliquer pourquoi les emballages ont parfois cette découpe-là :

Ces formes en dent de scie concentrent les contraintes et permette de déchirer facilement le plastique.



- Q8. Expliquer comment fonctionne un coupe verre :



Un coupe verre est un outil qui vous permet de rayer la surface du verre pour l'amener à la rupture à un endroit voulu.

4. Pièces obtenues par moulage

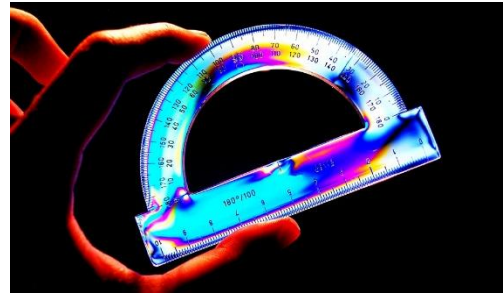
Éprouvette : pièce moulée (ou simulée)

1. Mettre la pièce sous contrainte.
2. Observer la répartition des franges.

Questions :

- Les contraintes sont-elles homogènes ?
- Observe-t-on des zones particulières (lignes d'écoulement, retassures) ?
- Pourquoi le moulage peut-il générer des contraintes internes ?

Faire le lien avec le refroidissement non uniforme.



5. Défauts d'inclusion

Éprouvette : présence d'une inclusion (bulle, particule)

1. Appliquer une charge.
2. Observer les franges autour du défaut.

Questions :

- Que se passe-t-il autour de l'inclusion ?
- Les contraintes sont-elles amplifiées ?
- Pourquoi ce type de défaut est-il critique en mécanique ?

6. Stries d'usinage

Éprouvette : surface striée

1. Placer la pièce.
2. Appliquer une charge.
3. Observer la distribution des franges.

Questions :

- Les contraintes suivent-elles les stries ?
- Les stries modifient-elles la répartition des contraintes ?
- Quel est le lien avec la fatigue des matériaux ? Les stries peuvent amorcer des fissures ?

Analyse globale

Répondre aux questions suivantes :

1. Quels sont les facteurs qui augmentent les contraintes locales ?
2. Quel type de défaut semble le plus critique ? Pourquoi ?
3. Comment peut-on réduire les concentrations de contraintes en conception ?
4. Quel est l'intérêt industriel de cette méthode ?

Proposer des solutions pour améliorer la tenue mécanique des pièces :

- modification de géométrie (rayons, congés)
- amélioration du procédé de fabrication
- traitement thermique de la pièce (revenu)
- contrôle qualité

Comparaison avec une simulation par éléments finis

Comparer les observations avec une simulation numérique (Catia ou SolidWorks ou onShape).

