

## Analyse et estimations des contraintes mécaniques sur un mât de grue

Les grues m'ont toujours intrigué, c'est pourquoi je me suis instruit sur le fonctionnement complexe et ingénieux de ces engins cruciaux dans la construction moderne. De plus, ma curiosité m'a également amené à étudier le mât de grue afin de lier mes savoirs à une réalité tangible.

L'analyse des contraintes mécaniques sur un mât de grue illustre la transformation du matériau à l'instant où il est soumis à une charge. Une méthode optique permet la conversion des grandeurs mécaniques en mesure. Ainsi l'acquisition d'une meilleure connaissance des matériaux garantit une transition vers des structures plus fiables.

**Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.**

**Liste des membres du groupe :**

- *LACOMBE Alexis*

**Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :**

- *PHYSIQUE (Mécanique)*

- *PHYSIQUE (Physique Ondulatoire)*

- *SCIENCES INDUSTRIELLES (Traitement du Signal)*

**Mots-clés (ÉTAPE 1) :**

Mots-clés (en français)	Mots-clés (en anglais)
-------------------------	------------------------

<i>Polarisation</i>	<i>Polarization</i>
---------------------	---------------------

<i>Biréfringence</i>	<i>Birefringence</i>
----------------------	----------------------

<i>Polyméthacrylate de méthyle</i>	<i>Poly methyl methacrylate</i>
------------------------------------	---------------------------------

<i>Contraintes</i>	<i>Stress</i>
--------------------	---------------

<i>Poutre</i>	<i>Beam</i>
---------------	-------------

## Bibliographie commentée

L'étude des propriétés physiques des matériaux est un domaine de recherche de pointe crucial dans l'élaboration de structures fiables. La considération de ce sujet d'étude nécessite un

formalisme abouti afin de modéliser le plus réalistiquement possible les comportements réels des matériaux, cette approche est présentée dans la référence [1]. De plus cette théorie introduit des notions de mécanique des solides dont des rudiments nous sont fournis par l'article [2] [3].

L'acquisition de données expérimentale dans cette branche de la physique s'effectue à la fois par des mesures en temps réel sur des ouvrages d'art, et en laboratoire avec des études de résistance ou des modèles réduits. Parmi la multitude de techniques disponible, la photoélasticimétrie présentée dans [4] se distingue par le mélange de l'optique et de la mécanique, cette méthode s'appuie sur la biréfringence de certains matériaux transparents tel que le PMMA, une propriété optique d'un matériau occasionnent une propagation de la lumière de manière anisotrope. Malgré la limitation de ses applications, elle permet d'étudier la répartition de contraintes résiduelles au sein d'un matériau extrudé de manière convaincante comme montré dans la thèse [5], offrant la possibilité de déceler des faiblesses cachées dans des pièces usinées.

Conjointement aux méthodes expérimentales, la révolution informatique a permis d'offrir des puissances de calculs adaptés à la simulation de la réponse de structures mécaniques soumises à des contraintes. Pour ce faire, la méthode des éléments finis exposée dans Applied mechanics of solids [6] reste encore de nos jours privilégiée, elle est notamment implémentée dans le logiciel Cast3M [7] conçu par le CEA.

## **Problématique retenue**

Comment évaluer les contraintes résiduelles au sein d'un matériau ? Quelles sont les limites de l'analyse optique d'un modèle en plexiglas permettant de localiser les contraintes mécaniques afin de garantir la fiabilité d'une structure ?

## **Objectifs du TIPE du candidat**

- Visualiser expérimentalement les contraintes résiduelles d'une barre en plexiglass
- Étudier la résistance d'un fil de pêche en nylon, puis par une mesure d'interfrange déterminer l'étirement de ce fil en fonction de la masse
- Méthode numérique : Simulation Cast-3m d'une poutre soumise à des contraintes mécaniques
- Déterminer analytiquement la déformation et confronter les courbes obtenues

## **Références bibliographiques (ÉTAPE 1)**

[1] PHILIPPE LOURS : Matériaux sous contrainte statique : <https://nte.mines-albi.fr/SciMat/fr/co/SM6ac1.html>

**[2]** : Contrainte, déformation et module d'élasticité (partie 1) : [https://query.libretexts.org/Francais/Physique\\_universitaire\\_I\\_-\\_M%C3%A9canique%2C\\_son%2C\\_oscillations\\_et\\_ondes\\_\(OpenStax\)/12%3A\\_%C3%89quilibre\\_statique\\_et\\_%C3%A9lasticit%C3%A9/12.04%3A\\_Contrainte%2C\\_d%C3%A9formation\\_et\\_module\\_d'%C3%A9lasticit%C3%A9\\_\(partie\\_1\)](https://query.libretexts.org/Francais/Physique_universitaire_I_-_M%C3%A9canique%2C_son%2C_oscillations_et_ondes_(OpenStax)/12%3A_%C3%89quilibre_statique_et_%C3%A9lasticit%C3%A9/12.04%3A_Contrainte%2C_d%C3%A9formation_et_module_d'%C3%A9lasticit%C3%A9_(partie_1))

**[3]** : Contrainte, déformation et module d'élasticité (partie 2) : [https://query.libretexts.org/Francais/Physique\\_universitaire\\_I\\_-\\_M%C3%A9canique%2C\\_son%2C\\_oscillations\\_et\\_ondes\\_\(OpenStax\)/12%3A\\_%C3%89quilibre\\_statique\\_et\\_%C3%A9lasticit%C3%A9/12.05%3A\\_Contrainte%2C\\_d%C3%A9formation\\_et\\_module\\_d'%C3%A9lasticit%C3%A9\\_\(partie\\_2\)](https://query.libretexts.org/Francais/Physique_universitaire_I_-_M%C3%A9canique%2C_son%2C_oscillations_et_ondes_(OpenStax)/12%3A_%C3%89quilibre_statique_et_%C3%A9lasticit%C3%A9/12.05%3A_Contrainte%2C_d%C3%A9formation_et_module_d'%C3%A9lasticit%C3%A9_(partie_2))

**[4]** M. FRUCHART, P. LIDON, E. THIBIERGE, M. CHAMPION, A. LE DIFFON : Physique expérimentale, Optique, mécanique des fluides, ondes et thermodynamique : *pages 261 à 283*

**[5]** OLIVIER PARANT : Etude expérimentale et calcul des contraintes résiduelles dans des tubes extrudés en polyéthylène : *pages 7 à 41 et 55 à 57*

**[6]** ALLAN F BOWER : Applied mechanics of solids : *pages 425 à 431*

**[7]** CEA : Cast3M : <https://www-cast3m.cea.fr>