

Sujet 11 : Caractérisation mécanique d'une liaison collée

Le cadre de l'étude est d'identifier les caractéristiques mécaniques d'un joint de colle par un essai de délaminage. Ce dernier consiste à écarter par flexion la pièce par rapport au support sur lequel elle est collée.

1 : Problème direct

On considère une pièce longue parallélépipédique en résine époxy, collée le long de l'une de ses faces sur un support supposé indéformable. On applique un effort au niveau de l'une de ses extrémités de façon à venir décoller la pièce.

On adopte pour la pièce un modèle de type flexion de poutre d'Euler-Bernoulli en régime stationnaire. Le déplacement transverse v de chaque point d'abscisse x de la poutre vérifie :

$$EIv''''(x) + kv(x)^3 = 0$$

où E est le module de Young du matériau constitutif de la pièce, et I l'inertie de section de la poutre. L'effet de la colle est représenté comme une densité linéique d'effort le long de l'axe de la poutre, proportionnelle au cube de la déflexion de celle-ci en chaque point (constante de proportionnalité k).

En termes de conditions limites, on exerce un effort sur l'extrémité $x = L$, tandis que le moment appliqué est nul :

$$\begin{aligned}EIv'''(L) &= -F \\ v''(L) &= 0\end{aligned}$$

L'autre extrémité correspond à la limite du collage parfait de la pièce : on suppose que cette limite correspond à un déplacement transverse nul, et à l'application d'un moment de rappel proportionnel à la valeur de l'angle que fait la section limite avec le plan du support (constante de proportionnalité K) :

$$\begin{aligned}v(0) &= 0 \\ EIv''(0) &= Kv'(0)\end{aligned}$$

2 : Problème d'identification proposé

L'objectif est d'identifier les paramètres k et K caractéristiques de la liaison collée grâce à la mesure du déplacement transverse en chaque point de la poutre. Les paramètres matériau de la poutre sont supposés parfaitement connus, et on ne cherchera donc pas à les identifier. On utilisera des données synthétiques obtenues à l'aide de simulations du problème direct.

- 2.1 :** Proposer une fonction coût qui permette de quantifier l'écart entre le déplacement expérimental et celui obtenu par une simulation du problème direct. Étudier l'évolution de la fonction coût en fonction des valeurs des paramètres. Mettre en place une méthode de minimisation de la fonction coût, et qualifier sa capacité à converger vers le minimum recherché pour différentes valeurs initiales de paramètres (on testera différents algorithmes de minimisation).
- 2.2 :** Étudier l'influence sur les résultats de l'identification de l'ajout de bruit sur les données synthétiques (tester différents niveaux de bruit). Analyser les effets de l'ajout d'un terme de régularisation.
- 2.3 :** Étudier la possibilité d'identifier une distribution spatiale de raideur $k(x)$ plutôt qu'une valeur constante. On discutera notamment de l'impact de la discrétisation spatiale utilisée (aussi bien pour $k(x)$ que pour les données synthétiques servant à l'identification)