

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Ferhat Abbas- Sétif
Institut d'optique et de Mécanique de Précision
Département : d'optique et mécanique de précision
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Optique et Mécanique de Précision
Spécialité : Mécanique fine

Mémoire de Master

**Simulation numérique et validation
expérimentale du comportement
thermomécanique des structures composites
en nid d'abeilles Nomex**

Présenté par : HAMMI MASSINISSA

Encadré Par : Dr. Yazid FIZI

Devant le jury :

Pr. M. Kolli (P)

Dr. I. Lamiri

Dr. Y. Fizi

Soutenu le : 03/07/2023

L'objectif de ce travail est de réaliser une modélisation numérique du comportement mécanique en flexion des structures composites de type sandwich avec une âme en nids d'abeilles. Cette modélisation prendra en compte la température de test. Les résultats obtenus à partir de la simulation seront ensuite comparés et validés en les confrontant à des résultats expérimentaux existants issus d'essais de flexion.

Mots clés : Flexion, Panneau Sandwich, Âme en Nid d'abeilles, Modèle d'endommagement. Modélisation et simulation numérique

Abstract

The objective of this work is to carry out a numerical modeling of the bending mechanical behavior of sandwich-type composite structures with honeycomb cores. This modeling will take into the test temperature. The results obtained from the simulation will then be compared and validated by comparing them to existing experimental results from bending tests.

Keywords: Bending, Sandwich Panel, Honeycomb Core, Damage Model. Modeling and numerical simulation.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو إجراء نمذجة عددية للسلوك الميكانيكي في ثني الهياكل المركبة من نوع شطيرة مع قلب قرص العسل. ستأخذ هذه النمذجة في الاعتبار درجة حرارة الاختبار. سيتم بعد ذلك مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من المحاكاة والتحقق من صحتها من خلال مقارنتها مع النتائج التجريبية الحالية من اختبارات الانحناء

. الكلمات الرئيسية: الانحناء ، نموذج الضرر. النمذجة والمحاكاة العددية

Introduction générale

Chapitre 1 : Généralités sur les composites sandwichs et leurs applications

1.1 Généralités sur les composites sandwichs.....	1
1.1.1.1 Qu'est-ce que un panneau Sandwich en nid d'abeilles ?.....	2
1.2 Structure sandwich en nid d'abeilles.....	2
1.2.1 Historique de la structure sandwich nid d'abeilles.....	3
1.2.2 Applications des structures en nid d'abeilles dans l'industrie.....	3
1.2.3 Caractéristiques géométriques et mécaniques des structures en nid d'abeilles.....	4
1.2.4 Comportement mécanique des structures en nid d'abeilles.....	6
1.2.4.1 Comportement en compression.....	7
1.2.4.2 Comportement en Fatigue	7
1.2.4.3 Comportement en flexion.....	9
1.2.4.3.1 Flexion trois points	10
1.2.4.3.2 Flexion en quatre points	10
1.3 Modes d'endommagement et rupture des structures sandwichs.....	11
1.3.1 Flambage localisé (wrinkling)	11
1.3.2 Rupture de la peau en traction ou en compression.....	12
1.3.3 Indentation localisée (Poinçonnement)	12
1.3.4 Rupture de l'âme en cisaillement.....	12
1.3.5 Décollement entre la peau et l'âme (debonding)	13
1.4 Les avantages et les inconvénients des structures en nid d'abeille.....	13
1.4.1 Avantage des matériaux sandwichs.....	14
1.4.2 Inconvénients des matériaux sandwichs.....	14
1.5 Conclusion.....	15

Chapitre 2 : Comportement des sandwichs sous sollicitation mécanique

2.1 Introduction	16
2.2 Propriétés élastiques des noyaux en nid d'abeille nomex ©	17
2.3 Tests de flexion sur les panneaux sandwichs.....	18
2.4 Flexion trois-points sur panneaux hybrides.....	19
2.5 Modélisation par élément fini de l'usinage des structures en nid d'abeilles.....	21
2.6 Les résultats expérimentale et numérique des essais de flexion 3 point sur des sandwichs.....	22

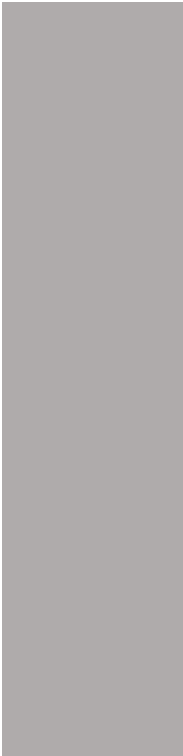
2.7 Effet du nombre de cellules sur les résultats numériques.....	23
2.8 Conclusion.....	24

Chapitre 3: Etude expérimentale et simulation numérique

3.1 Introduction.....	26
3.2 Matériau et procédure expérimentale.....	26
3.2.1 Matériau.....	28
3.2.2 La procédure expérimentale.....	29
3.3 Résultats et discussion.....	29
3.3.1 Essai de Flexion trois points.....	29
3.4 Simulation du comportement des sandwichs en flexion.....	36
3.4.1 Présentation du modèle de la structure sandwich Al/Nomex.....	36
3.4.1.1 Modèle géométrique.....	36
3.4.1.2 Propriétés des matériaux et loi de comportement.....	37
3.4.1.3 Modèle élément finis.....	38
3.4.1.4 Conditions initiales et condition limites.....	39
3.5 Influence des paramètres de test.....	41
3.5.1 Effet de la température.....	41
3.5.2 Effet de coefficient de frottement.....	41
3.6 Conclusion.....	42

Conclusion générale

Références bibliographiques



Introduction générale

Le domaine des composites sandwichs, en particulier les structures en nid d'abeilles, a suscité un intérêt croissant ces dernières décennies en raison de leurs nombreuses applications dans l'industrie. Les composites sandwichs se composent généralement de deux peaux rigides, appelées facings, et d'un noyau léger et résistant, souvent en nid d'abeilles. Cette configuration unique confère aux composites sandwichs des caractéristiques mécaniques exceptionnelles, telles que légèreté, rigidité et résistance élevées. Dans ce contexte, ce mémoire vise à approfondir notre compréhension du comportement mécanique des structures en nid d'abeilles, en mettant l'accent sur leur réponse sous différentes sollicitations.

Le chapitre 1 offre une introduction générale aux composites sandwichs, en mettant en évidence leurs caractéristiques géométriques, mécaniques et les différentes applications industrielles.

Le chapitre 2 se concentre sur l'étude du comportement des sandwichs sous sollicitation mécanique, en mettant l'accent sur les propriétés élastiques des noyaux en nid d'abeilles, les tests de flexion sur les panneaux sandwichs, ainsi que la modélisation par éléments finis de l'usinage des structures en nid d'abeilles. Les résultats expérimentaux et numériques des essais de flexion sont également discutés pour une meilleure compréhension du comportement des structures en nid d'abeilles.

Le chapitre 3 présente une étude expérimentale approfondie et une simulation numérique du comportement des composites sandwichs. La partie expérimentale aborde les matériaux utilisés et les procédures expérimentales, avec une attention particulière portée aux essais de flexion trois points. La partie simulation se concentre sur la modélisation du comportement des sandwichs en flexion, en présentant le modèle géométrique, les propriétés des matériaux, les lois de comportement et les conditions aux limites.

En résumé, cette recherche vise à approfondir notre compréhension du comportement mécanique des composites sandwichs en nid d'abeilles. Les résultats de cette étude expérimentale et numérique contribueront à une meilleure optimisation et conception de ces structures pour une large gamme d'applications industrielles.