



RESUME DE THESE DE DOCTORAT

Nom & Prénom(s)	EL MEICHE Noureddine
E-mail (obligatoire)	Nouryel@hotmail.com
Spécialité	Génie Civil
Titre	Contribution a la modélisation du délaminage engendré par les fissures transverses dans les stratifiés croisés en matériaux composites
Date de soutenance	08/04/2010
Nom, prénom(s) et grade de l'encadreur	MEGUENI Abdelkader Professeur

**Résumé :** Actuellement la modélisation et la caractérisation expérimentale du délaminage constituent un important domaine de la conception et de l'analyse des matériaux et des structures composites avancées. En effet, il est un des types le plus fréquemment rencontrés de rupture dans le stratifié composite à cause de la concentration de contrainte aux bords libres ou au fond de fissure de délaminage. En raison de sa nature complexe, non seulement la caractérisation des propriétés d'interface est vraiment difficile mais également sa modélisation.

Le délaminage peut se développer pendant la fabrication par le traitement incomplet (défaut de fabrication) ou avec la propagation des fissures transversales qui résultent des contraintes interlaminaires aux bords libres. L'extension des fissures de délaminage venant des bords des stratifiés composites peut mener les problèmes sérieux pour les structures.

Cette investigation porte essentiellement sur l'étude du phénomène de délaminage engendré par les fissures transversales entre les couches dans les matériaux composites avec des stratifiés croisés à fibre longues et à matrice organique de type  $[0_n, 90_m]_s$  sous chargement statique. Une nouvelle approche en déplacement est présentée qui fournit un champ de contraintes dans, les couches à  $90^\circ$  (la couche fissurée transversalement), les couches à  $0^\circ$  (la couche non fissurée) et à la couche interlaminaire (couche séparée par le délaminage). Le délaminage développé à l'interface des couches (couches interlaminaires) est calculé par cette nouvelle approche sous forme d'énergie dissipée, appelée le taux de restitution d'énergie. Les résultats obtenus ont été comparés avec les résultats obtenus par le modèle de Shear-lag [6-7] avec un cisaillement progressif et le modèle variationnel d'Hashin [19-21].

**Mots clés :** Fissures transversales, Délaminage, Modèle variationnel, Modèle de Shear-lag, Taux de restitution d'énergie, Couches interlaminaires.

---



## RESUME DE THESE DE DOCTORAT

**Abstract:** Currently the modeling and the experimental characterization of delamination constitute a significant field of the design and analysis of materials and composite structures advanced. Indeed, it is one of the types most frequently met rupture in the composite laminate because of the stress concentration at the free edges or the bottom of fissure of delamination. Because of its complex nature, not only the characterization of the interface properties is really difficult but also it's modeling.

Delamination can develop during manufacture by the incomplete treatment (manufacturing defect) or with the propagation of the transverse cracks which result from the interlaminar stresses at the free edges. The extension of the cracks of delamination coming from the edges of the composite laminates can carry out the serious problems for the structures.

This investigation relates primarily to the study of the phenomenon of delamination generated by the transverse cracks between the layers in composite materials with crossed laminates to fibre long and organic matrix of type  $[0_n, 90_m]_s$  under static loading.

A new approach in displacement is presented which provides a stress field in, the layers with  $90^\circ$  (the transversely cracked layer), and the layers with  $0^\circ$  (the not cracked layer) and with the interlaminar layer (layer separated by delamination). The delamination developed with the interface of the layers (interlaminar layers) is calculated by this new approach in the form of dissipated energy, called the rate of refund energy, the results obtained were compared with resulted obtained by the model from Shear lag [6-7] with a progressive shearing and the model variational of Hashin [19-21].

**Keywords :** Transverse cracks, Delamination, Model variational, Model of Shear lag, Rate of refund energy, Interlaminar layer.

---

## ملخص

إن النماذج التجريبية لوصف الانفصال الطبقي تعد حاليا مجالا هاما من مجالات التصميم والتحليل للمواد والهياكل المركبة المتطورة. في الواقع، هو واحد من الأنواع الأكثر شيوعا الناجم عن الكسر في الصفائح المركبة ، نظرا لطبيعته المعقدة ، لا سيما تحديد خصائص تركيز الضغط على الحواف أو الجزء السفلي من صدع الانفصال الطبقي بسبب تعقيدها الى جانب صعوبة برمجتها .

إن الانفصال الطبقي يمكن أن ينمو خلال الإنتاج الغير مكتمل (عيب في التصنيع)، حيث إنتشارالتصدعات العرضية الناتجة عن الإجهادات على الحواف. إن تمدد شقوق الانفصال الطبقي من حواف الصفائح المركبة يمكن أن تؤدي إلى مخاطر على الهياكل.

هذا البحث يركز على دراسة ظاهرة الانفصال الطبقي الناجمة عن شقوق عرضية بين الطبقات في المواد المركبة المغلفة عبر الألياف العضوية الطويلة المصنوفة تحت حمولة ثابتة. طريقة جديدة تعتمد على الانتقال الذي يعطي حقل إجهاد في الطبقات باتجاه  $90^{\circ}$  (طبقة متصدعة عرضيا)، طبقات عند  $0^{\circ}$  (الطبقة الغير المتصدعة) وطبقة حواف شرائح المركبة (الطبقة المفصولة). إن الانفصال الطبقي المتكون في طبقات الواجهة (طبقات الحواف المركبة) يحسب بالطريقة الجديدة اعتمادا على تبديد الطاقة و معدل انبعاثها. حيث تمت مقارنة النتائج المتحصل عليها مع نموذج القص التصاعدي [6-7] مع القص التدريجي و النموذج ألتبايني (نموذج HASHIN) [21-19].

كلمات مفتاحيه : صدوع عرضية ، الانفصال الطبقي ، النموذج ألتبايني ، نموذج من القص التصاعدي ، معدل انبعاث الطاقة ، طبقات حواف شرائح المركبة.