

# RAPPORT D'AVANCEMENT 2017-05-12

L. Di Stasio<sup>1,2</sup>, Z. Ayadi<sup>1</sup>, J. Varna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>EEIGM, Université de Lorraine, Nancy, France

<sup>2</sup>Division of Materials Science, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden

12 mai 2017



Education and Culture

Erasmus Mundus



# Sommaire

- Symboles, Modèles & Données de Référence
- Développements & travail réalisé

# **SYMBOLES, MODÈLES & DONNÉES DE RÉFÉRENCE**

# Symboles

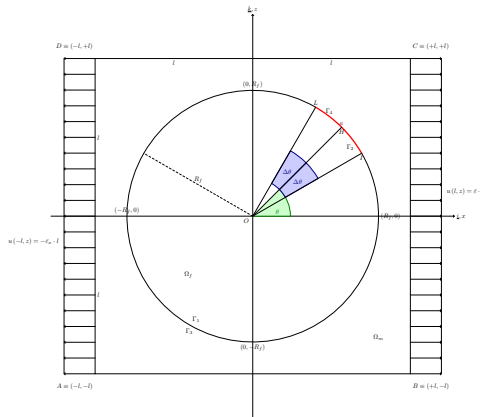
Symbole	Unité	Description
$\theta$	[°]	Position du décollement, par rapport au centre de l'arc défini par le décollement
$\Delta\theta$	[°]	Ouverture angulaire du demi-décollement
$\delta$	[°]	Angle sous-tendu par un seul élément du maillage à l'interface fibre/matrice
$VF_f$	[—]	Fraction volumique des fibres
$l$	[ $\mu m$ ]	Demi-épaisseur d'un pli, égal à la longueur du demi-côté du VER (élément carré)
$u$	[ $\mu m$ ]	Déplacement selon l'axe x
$w$	[ $\mu m$ ]	Déplacement selon l'axe z

# Symboles

Symbole	Unité	Description
---------	-------	-------------

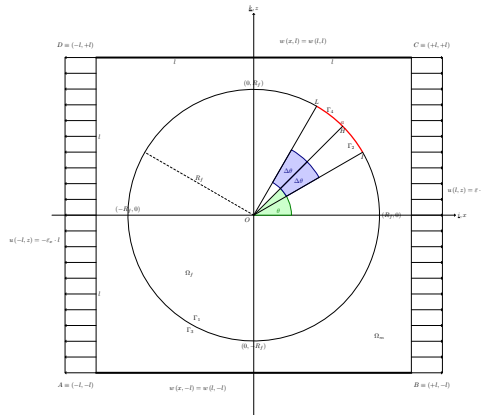
$\Gamma_1$	$[-]$	Partie collée de la surface de la fibre
$\Gamma_2$	$[-]$	Partie décollée de la surface de la fibre
$\Gamma_3$	$[-]$	Partie collée de la surface de la matrice
$\Gamma_4$	$[-]$	Partie décollée de la surface de la matrice

## Modèles de Référence



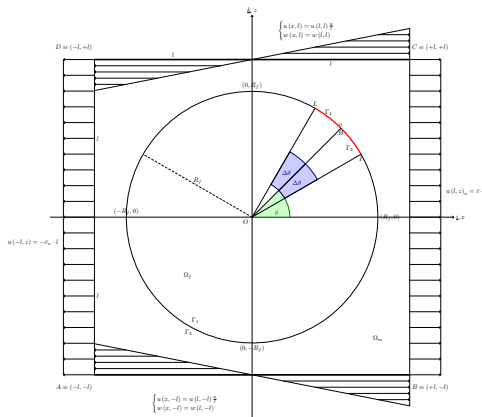
VER simple, conditions au bord: libre.

## Modèles de Référence



VER simple, conditions au bord: déplacement vertical fixé.

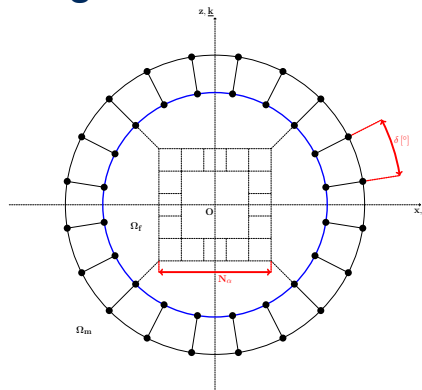
# Modèles de Référence



VER simple, conditions au bord: déplacement vertical fixé et horizontal homogène.



# Discretisation angulaire



Discretisation angulaire en correspondance de l'interface fibre/matrice:  $\delta = \frac{360^\circ}{4N_\alpha}$ .

# Propriétés des matériaux

Matériau	$E$ [GPa]	$G$ [GPa]	$\nu$ [–]
Fibre de verre	70,0	29,2	0,2
Époxy	3,5	1,25	0,4

# **DÉVELOPPEMENTS & TRAVAIL RÉALISÉ**

## Récapitulation des résultats obtenus

- ✓ Réponse élastique globale correcte
- ✓ Modèle symétrique donne résultats symétriques
- ✓ Correct ordre de grandeur du taux de restitution d'énergie
- ✓ Réponse correcte du rapport des modes:  $G_I \uparrow \Delta\theta \downarrow$ ,  $G_{II} \uparrow \Delta\theta \uparrow$
- ✓ Pour  $VF_f \rightarrow 0$  les conditions au bord n'ont aucun effets
- ✓ La formulation de l'interface était en effet sans friction
- ✗ Pas d'accord avec les résultats du BEM
  - ➔ Taux de restitution d'énergie surestimé
  - ➔ Décalage des maximums de  $\sim 10^\circ$

## Récapitulation des objectifs

- ☐ Changer la formulation de l'interface
- ☐ Pour tester la formulation de l'interface, développer modèle de décollement entre deux demi-plans constitués par deux différents matériaux

## Travail réalisé & Actions à suivre

### □ Différentes formulations de l'interface (2/7)

→ (Vieille formulation) 2 surfaces: surface de la fibre =  $\Gamma_1 + \Gamma_2$  et  
surface de la matrice =  $\Gamma_3 + \Gamma_4$  avec interaction \**CONTACT* et \**DEBOND*

✓ 4 surfaces:  $\Gamma_1$  sans les extrémités de la fissure,  $\Gamma_2$  avec les extrémités de la fissure,  $\Gamma_3$  sans les extrémités de la fissure et  $\Gamma_4$  avec les extrémités de la fissure, interaction \**TIE* entre  $\Gamma_1$  et  $\Gamma_3$ , interaction \**CONTACT* et \**DEBOND* entre  $\Gamma_2$  et  $\Gamma_4$

✓ Développement du préprocesseur

✓ Création du modèle MEF

✓ Simulation paramétrique

✓ Analyse des résultats

## Travail réalisé & Actions à suivre

- Différentes formulations de l'interface (3/7)
  - ☑ 2 surfaces:  $\Gamma_2$  avec les extrémités de la fissure et  $\Gamma_4$  avec les extrémités de la fissure, interaction \*CONTACT et \*DEBOND entre  $\Gamma_2$  et  $\Gamma_4$ , interaction \*MPC TIE entre les *points nodaux* de  $\Gamma_1$  et  $\Gamma_3$
  - ☑ Développement du préprocesseur
  - ☑ Création du modèle MEF
  - ☑ Simulation paramétrique
  - ☑ Analyse des résultats

## Travail réalisé & Actions à suivre

- ☐ Différentes formulations de l'interface (4/7)
  - ☐ 4 surfaces:  $\Gamma_1$  avec les extrémités de la fissure,  $\Gamma_2$  sans les extrémités de la fissure,  $\Gamma_3$  avec les extrémités de la fissure et  $\Gamma_4$  sans les extrémités de la fissure, interaction \**TIE* entre  $\Gamma_1$  et  $\Gamma_3$ , interaction \**CONTACT* entre  $\Gamma_2$  et  $\Gamma_4$ 
    - ☒ Développement du préprocesseur
    - ☒ Création du modèle MEF
    - ☒ Simulation paramétrique
  - ☐ Mise en oeuvre du VCCT dans le postprocesseur
  - ☐ Analyse des résultats



## Travail réalisé & Actions à suivre

- ☐ Différentes formulations de l'interface (5/7)
  - ☐ 2 surfaces:  $\Gamma_2$  sans les extrémités de la fissure et  $\Gamma_4$  sans les extrémités de la fissure, interaction \**CONTACT* entre  $\Gamma_2$  et  $\Gamma_4$ , interaction \**MPC TIE* entre les *points nodaux* de  $\Gamma_1$  et  $\Gamma_3$ 
    - ☒ Développement du préprocesseur
    - ☒ Création du modèle MEF
    - ☒ Simulation paramétrique
  - ☐ Mise en oeuvre du VCCT dans le postprocesseur
  - ☐ Analyse des résultats

## Travail réalisé & Actions à suivre

- ☐ Différentes formulations de l'interface (6/7)
  - ☐ 2 surfaces:  $\Gamma_2$  sans les extrémités de la fissure et  $\Gamma_4$  sans les extrémités de la fissure, interaction \**CONTACT* entre  $\Gamma_2$  et  $\Gamma_4$ , interaction \**EQUATION* entre les *points nodaux* de  $\Gamma_1$  et  $\Gamma_3$  avec *dummy node* pour mesurer la force de réaction
    - ☐ Développement du préprocesseur
    - ☐ Création du modèle MEF
    - ☐ Simulation paramétrique
    - ☐ Mise en oeuvre du VCCT dans le postprocesseur
    - ☐ Analyse des résultats

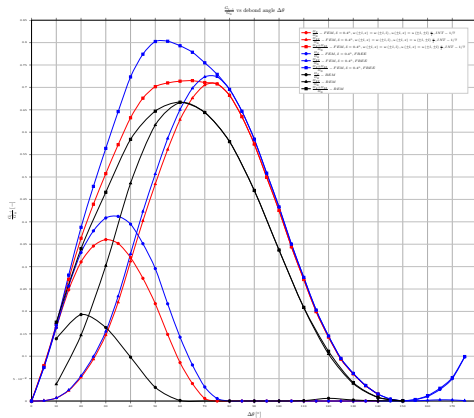
## Travail réalisé & Actions à suivre

- ☐ Différentes formulations de l'interface (7/7)
  - ☐ 2 surfaces:  $\Gamma_2$  sans les extrémités de la fissure et  $\Gamma_4$  sans les extrémités de la fissure, interaction \**CONTACT* entre  $\Gamma_2$  et  $\Gamma_4$ , interaction \**CONN2D2 TIE* entre les *points nodaux* de  $\Gamma_1$  et  $\Gamma_3$ 
    - ☐ Développement du préprocesseur
    - ☐ Création du modèle MEF
    - ☐ Simulation paramétrique
    - ☐ Mise en oeuvre du VCCT dans le postprocesseur
    - ☐ Analyse des résultats

## Travail réalisé & Actions à suivre

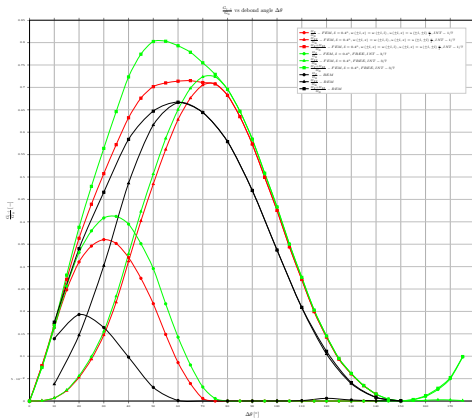
- ☐ Pour tester la formulation de l'interface, développer modèle de décollement entre deux demi-plans constitués par deux différents matériaux
- ☒ Développement du préprocesseur
- ☐ Création du modèle MEF
- ☐ Simulation paramétrique
- ☐ Mise en oeuvre du VCCT dans le postprocesseur
- ☐ Analyse des résultats

## Résultats



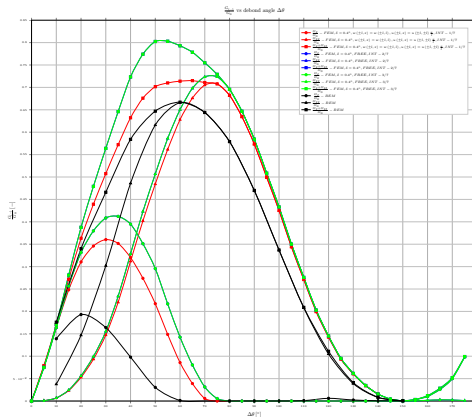
## Formulation de l'interface 2/7.

## Résultats



### Formulation de l'interface 3/7.

# Résultats



Formulation de l'interface 2/7 et 3/7.

## 24



