

# Un modèle Global/Local d'initiation d'endommagement pour le prédimensionnement de structures composites de lanceurs spatiaux en présence de défauts

Alexy Tailleur<sup>1,2</sup>, Kévin Mathis<sup>2</sup>, Ange Rogani<sup>3</sup>, Pablo Navarro<sup>1</sup>, Steven Marguet<sup>1</sup>, Jean-François Ferrero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Toulouse, Institut Clément Ader, UMR CNRS 5312, INSA/UPS/ISAE-Supaero/IMT Mines Albi, Toulouse, France

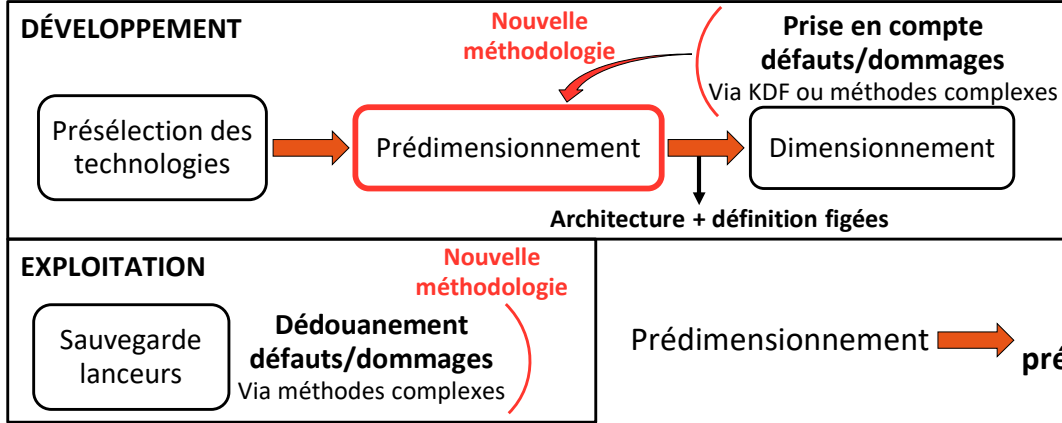
<sup>2</sup> Direction Technique et Numérique / Sous-direction Systèmes Transport Spatial (DTN/STS), CNES, Paris, France

<sup>3</sup> CT Ingenierie, Toulouse, France

## Contexte



Concevoir et dimensionner des structures composites optimisées de lanceurs



## Objectifs et solution envisagée

### Objectifs de la thèse:

Développer un modèle numérique

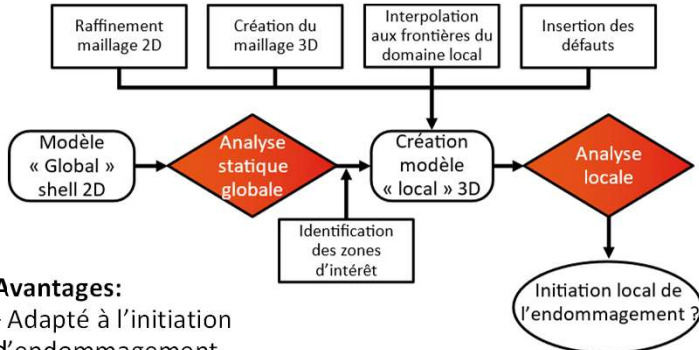
adapté au prédimensionnement de structures de grandes dimensions

Prendre en compte les défauts et l'endommagement

au plus tôt dans les étapes de développement

### Modélisation « Global-Local »

Méthode de sous-modélisation descendante à couplage lâche, maillage shell vers maillage 3D



#### Avantages:

- Adapté à l'initiation d'endommagement
- Flexible (compatible avec toutes formes de structure et drapages)

#### Inconvénients:

- Ne permet pas la propagation d'endommagement

## Méthodes et résultats

### Approche numérique

#### Interpolation champ de déplacement

① À la fibre neutre du stratifié: u et v interpolés linéairement

$$w(x, y) = A_1x^3y + A_2xy^3 + B_1x^3 + B_2y^3 + B_3x^2y + B_4xy^2 + C_1x^2 + C_2y^2 + C_3xy + D_1x + D_2y + E$$

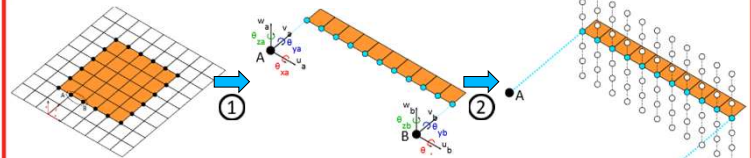
$$\frac{\partial w(x, y)}{\partial x} = -\theta_y \quad \frac{\partial w(x, y)}{\partial y} = \theta_x$$

② À la frontière 3D:

$$u(x, y, z) = u_0 - z \frac{\partial w(x, y)}{\partial x}$$

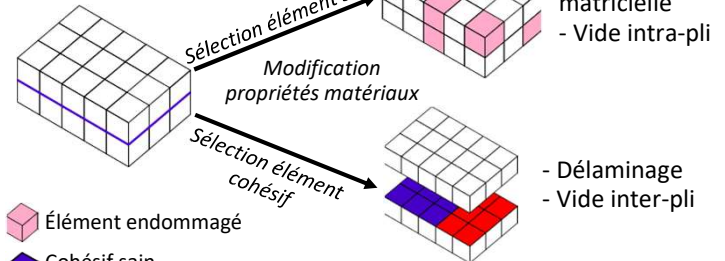
$$v(x, y, z) = v_0 - z \frac{\partial w(x, y)}{\partial y}$$

$$w(x, y, z) = w_0$$



#### Modélisation Défauts

Structure locale saine



- Élément endommagé
- Cohésif sain
- Cohésif endommagé

#### Résultats obtenus

2D interpolation	$ \Delta\sigma_x $	$ \Delta\sigma_y $	$ \Delta\sigma_{xy} $	3D interpolation	$ \Delta\epsilon_x $	$ \Delta\epsilon_y $	$ \Delta\epsilon_{xy} $
Traction	<0.1%	<0.1%	<0.2%	Traction	0%	<1%	X
Cisaillement	<3%	<5%	<0.2%	Cisaillement	<1%	<0.8%	0%
Flexion	<0.1%	<1%	<1%	Flexion	0%	<0.5%	<3%
Torsion	<1%	<1%	<0.2%	Torsion	<0.4%	<0.6%	<0.2%

## Conclusions



## Perspectives

- Adapter le modèle aux plaques épaisses
- Mettre en place le dialogue essais/calcul