

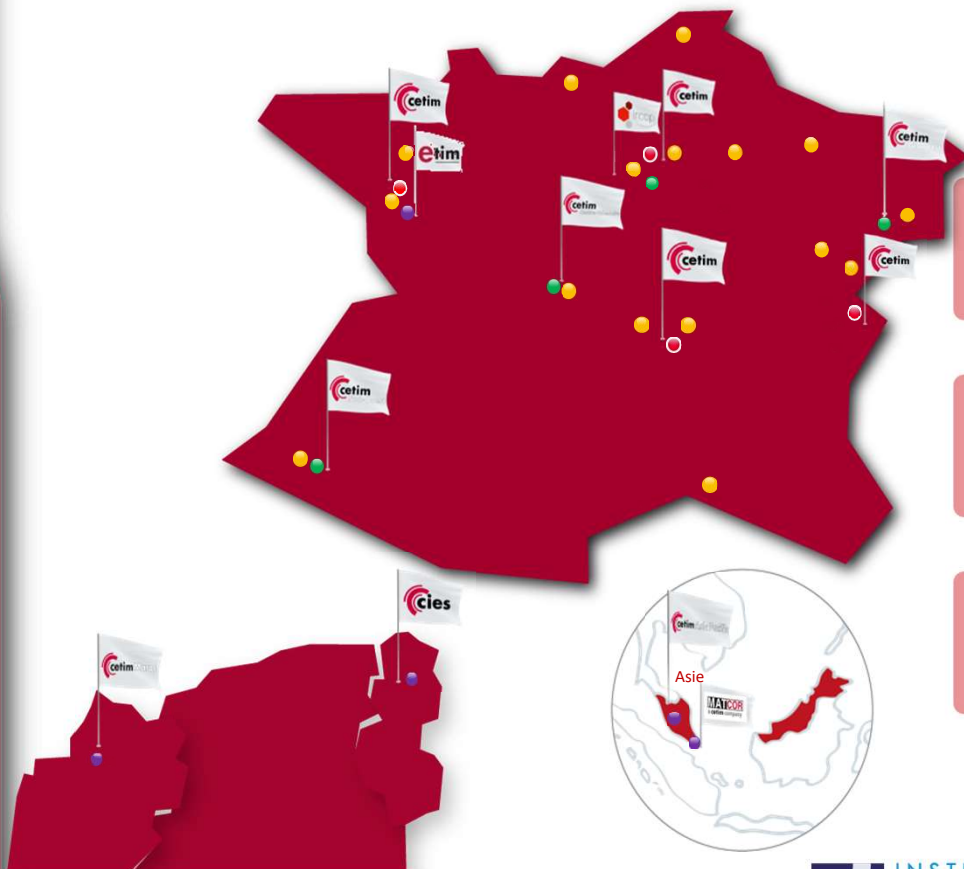
Atelier Simulation en fabrication additive et en composites

D. Ghiglione

Direction de la Recherche et des Programmes



Groupe Cetim



22

Sites en France et à l'étranger

150

150M€ de CA

1100

1100 personnes



Cetim

**INSTITUT
CARNOT**
Cetim

Cetim
en
action



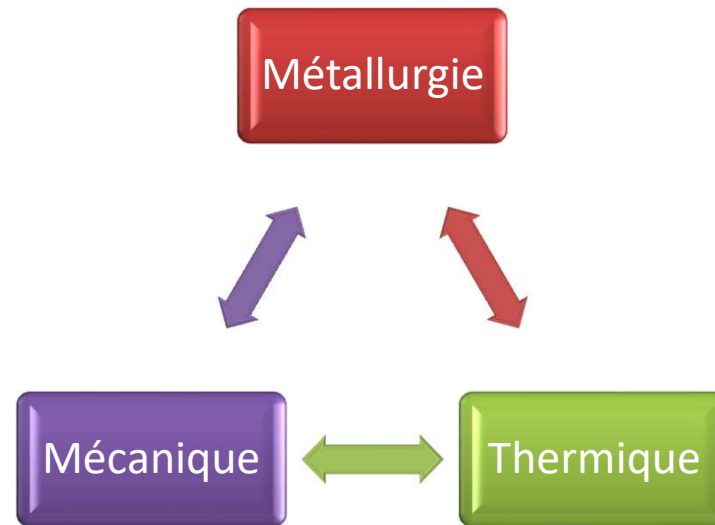
Fabrication additive

Fabrication additive métal - Contexte

- ▶ Simulation essentiellement orientée vers la fabrication additive fusion laser lit de poudre (SLM), avec des logiciels qui adressent aussi la DED
- ▶ Les acteurs du marché
 - **GeonX (suite VirFac basée sur le solveur Morpheo de l'institut Cenaero)**
 - **Simufact Additive (MSC Software)**
 - **Amphyon (Altair)**
 - **Siemens (dans suite NX)**
 - **Dassault (3D Experience)**
 - **Autodesk Netfabb**
 - **3DSIM a été intégré à Ansys**
 - ...

Fabrication additive métal – Les enjeux

- Dans l'absolu, simulation des éléments du tryptique



pour la maîtrise du procédé et de sa robustesse.

Fabrication additive métal – Les enjeux

- ▶ Plus prosaïquement, au vu des phénomènes mis en jeu :
 - ▶ Prédiction des déformations
 - ▶ Afin de prévoir des sur-épaisseurs d'usinage
 - ▶ Afin de corriger en amont la forme de la pièce
 - ▶ Prédiction des contraintes résiduelles
 - ▶ Afin de dimensionner les zones à « mieux » supporter
 - ▶ Afin de minimiser le risque de fissuration lors de la fabrication

Fabrication additive métal – Le reste à faire

Optimisation du maillage

Réduction de modèles pour gagner en temps de calcul

Se passer de la calibration

Prédiction fiable de défauts en cours de fabrication

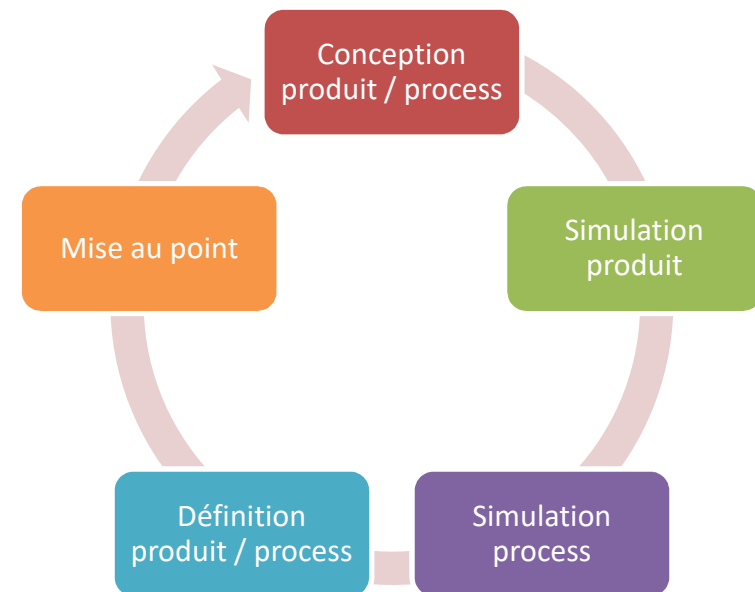
Prédiction fiable des déformations

Format d'échange standard pour le chaînage numérique

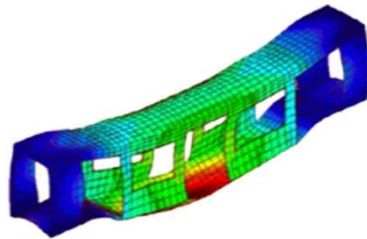
Composites

Démarche de développement projet composite

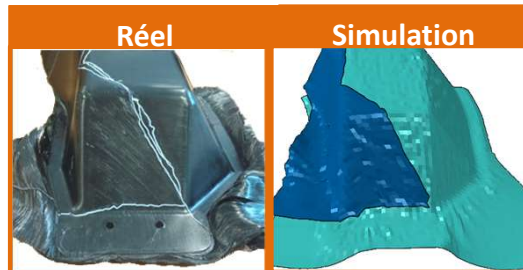
- ▶ Simulation présente dans toutes les phases amont de développement de produit :
 - Conception (2D, 3D)
 - Simulation produit
 - Simulation process
- ▶ Spécificités des composites:
 - Matériaux hétérogènes anisotropes
 - ⇒ Comportements spécifiques
 - Procédés de mise en œuvre spécifiques
 - ⇒ Contraintes spécifiques
- ▶ Outils et méthodes de simulation adaptés



Offre actuelle de simulation (non exhaustive)



Simulation mécanique EF d'une cabine



Simulation EF de formage d'un raidisseur thermo-estampé



► Simulation produit :

- Calculs Eléments Finis en coque ou volumique
- Statique, non-linéaire, vibratoire, transitoire, thermique
- Mécanique de la rupture (en développement)
- Optimisation paramétrique,

► Simulation process

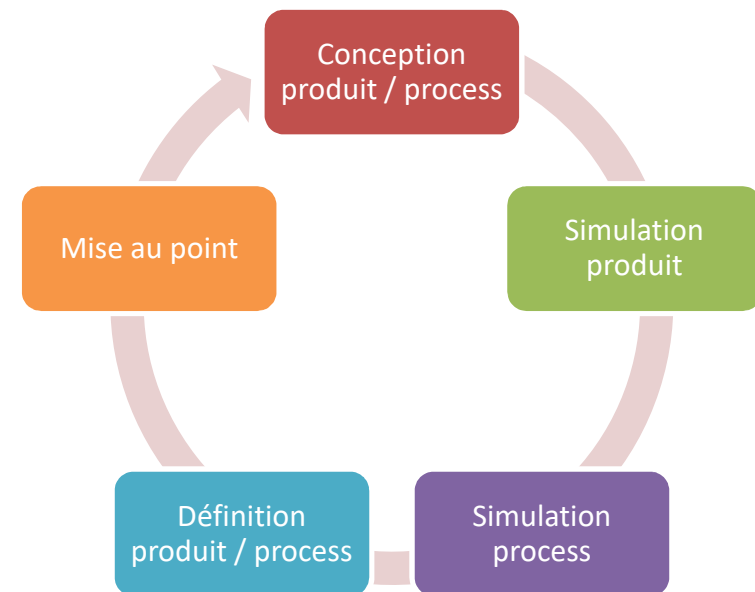
- Calcul des orientations matériau avec contraintes géométriques de drapage
- Rhéologie pour injection plastique
- Enroulement filamentaire
- Thermique (prise en compte retraits)

► Chaînage produit/process

- Des passerelles existantes sur points précis
- QSD : optimisation Design to Cost avec contraintes de fabrication

Enjeux et verrous de la simulation composite

- ▶ **Simulation produit :**
 - Lois d'endommagement
 - Fatigue
 - Gestion des défauts
 - Dynamique rapide
 - Optimisation
- ▶ **Simulation process**
 - Prédiction des défauts
 - Simulation complète du process (thermique, géométrie, etc)
- ▶ **Lien produit / process**
 - Chaînage numérique produit / process



50. **cetim**
Vers le futur