



Stress-free Metal Printing

Réparation d'une pièce aéronautique agrégant diverses technologies de fabrication additive & soudage

Forum TERATEC – 12 Juin 2019



Sommaire

➤ STYX Technologies

➤ Intérêt de la simulation en fabrication additive métallique

➤ Le démonstrateur

➤ Conclusion



Société d'ingénierie en :

- ↳ Fabrication additive métallique (y compris la simulation);
- ↳ Simulation du soudage;
- ↳ Conception mécanique

STYX peut prendre en charge votre projet du cahier des charges jusqu'à la réalisation/réparation de vos pièces

Approche actuelle en fabrication additive

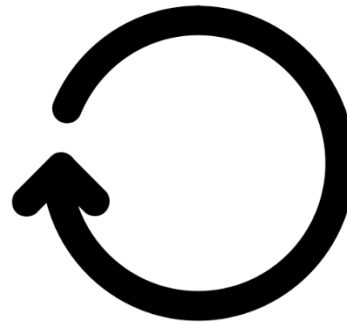
1. Modèle CAO

- Géométrie de la pièce

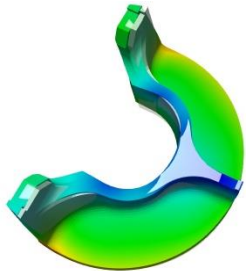


2. Préparations

- Usinage (réparation)
- Modification du modèle CAO (réparation)
- Préparation du fichier de fabrication: supports, tranchage, stratégie...



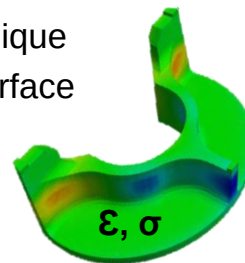
5. Controles



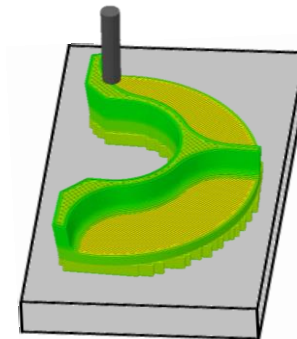
Bonne géométrie ?
Défauts ?
Caractéristiques mécaniques ?

4. Post-process

- Usinage
- Traitement thermique
- Traitement de surface



3. Fabrication



Risques ?
Distorsion ?



Intérêt de la simulation en fabrication additive

⇒ Réduire les essais erreurs ➡ Réduire les couts de fabrication

- Recommandation des paramètres de fabrication permettant:
 - De minimiser les distorsions & contraintes résiduelles;
 - D'éviter/limiter les risques durant le process (collision, ruptures des supports...);

⇒ Acquisition des informations

- Contraintes résiduelles:
 - Sont superposées avec les charges externes;
 - Peuvent conduire à des ruptures prématurées;
 - Sont difficiles à mesurer (méthodes destructives ou diffraction des RX, neutrons, synchrotrons)
- Déroulé du process

⇒ Etude technico-économique

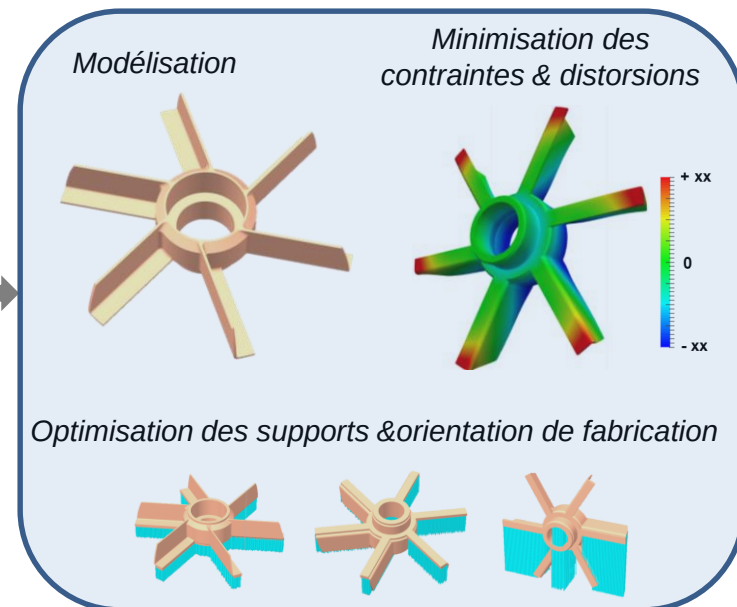
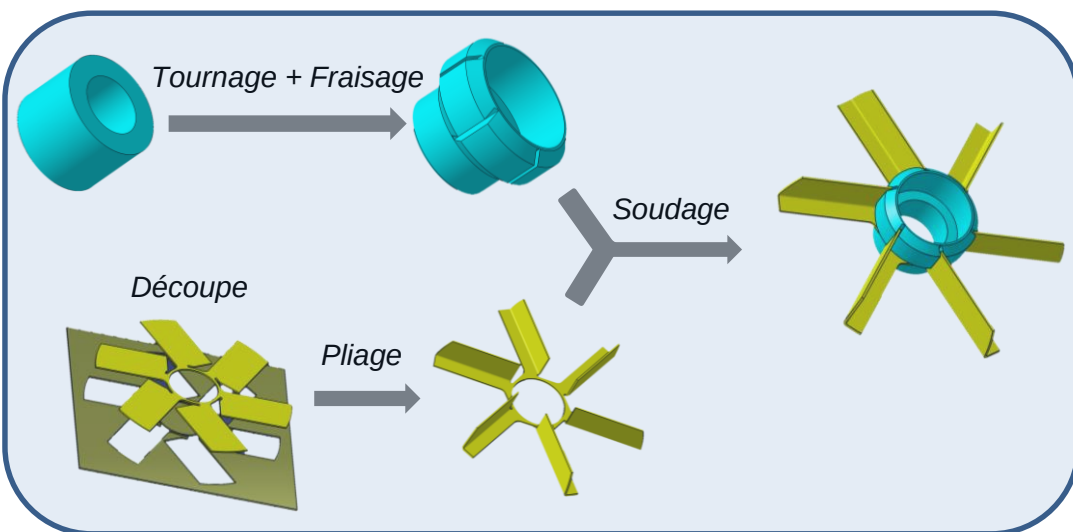
Optimisation de la chaine de fabrication d'un agitateur d'huile



Optimisation de la chaine de fabrication

Procédé proposé: Lit de poudre

Chaine de fabrication initiale



➤ Nombre de procédés réduit de 5 à 1

➤ Nombre de pièces nécessaires réduit à une pièce unique

➤ Lot de production passé de 100 à 5

➤ Délai de fabrication réduit de quelques mois à quelques semaines

→ Cout ↘



Optimisation de la chaine de fabrication

Pièce réalisée via la chaine de fabrication initiale



Pièce réalisée via technologie lit de poudre



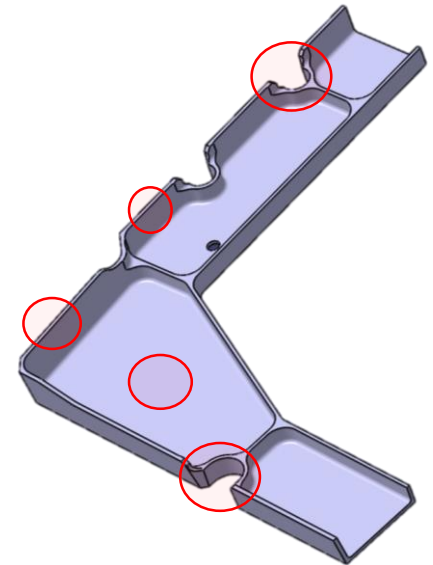
Réparation d'une pièce aéronautique via différentes technologies de fabrication additive & soudage





Objectifs du projet

- Tester diverses solutions de réparation afin de répondre à différents types de problématiques rencontrées:
 - ✓ Taille de la pièce à traiter vs. volume de travail de la machine (*In ou ex-situ*);
 - ✓ Accessibilité des régions à réparer;
 - ✓ Complexité des reprises par rapport aux technologies de lit de poudre et dépôt direct
- Développer des procédures & acquérir une expérience;
- Appréhender l'apport de la simulation numérique;
- Construire un écosystème de partenaires





Les éléments de reprise

Reprise_3

- Réalisée par LBM
- Assemblée par LBW

Reprise_4

- Réalisée in-situ par LMD

Reprise_5

- Réalisée par LBM
- Assemblée par LBW

Reprise_2

- Réalisée par LBM
- Assemblée par LBW

Reprise_1

- Réalisée par LBM
- Assemblée par EBW

LBM: Laser Beam Melting

LBW: Laser Beam Welding

LMD: Laser Metal Deposition

EBW: Electrons Beam Welding



Fabrication des éléments de reprise

Reprise_1



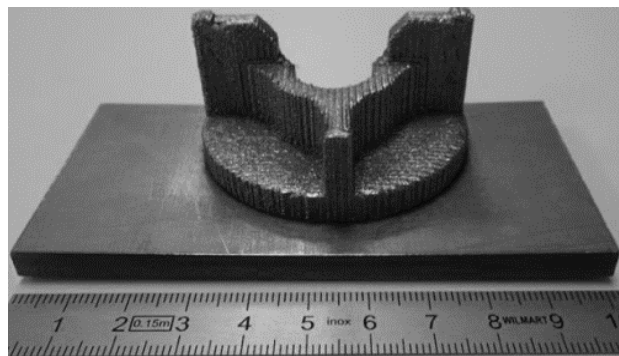
Reprise_2



Reprise_3



Reprise_5: Brute



Reprise_4: Brute



Reprise_4: Usinée





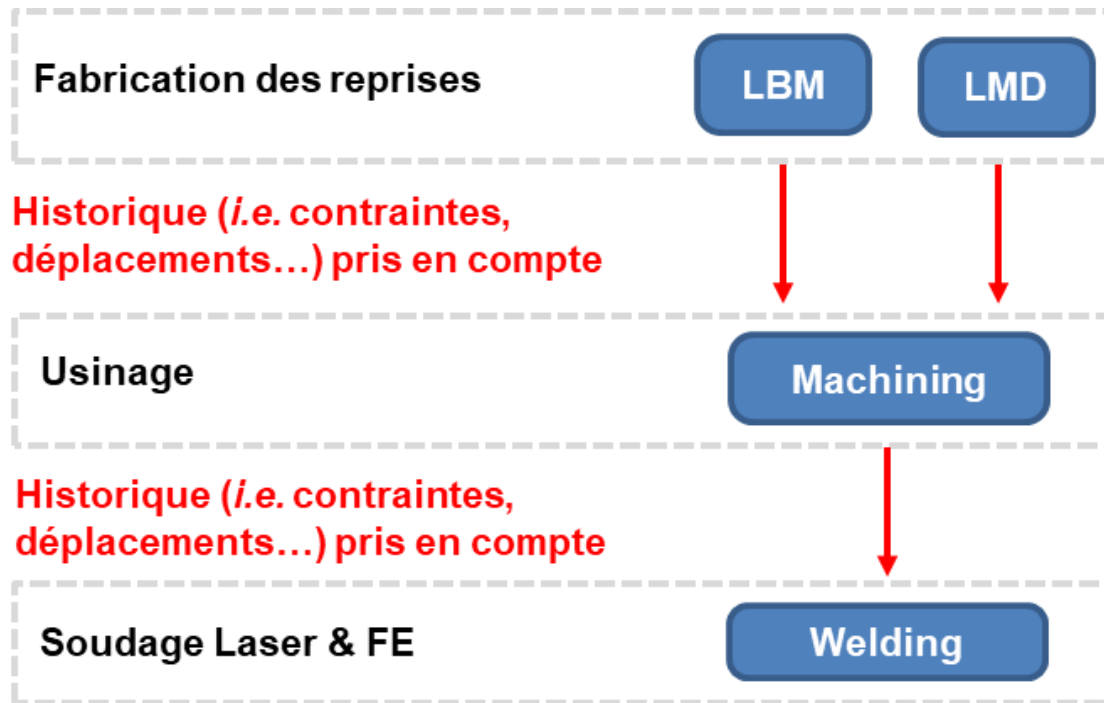
Assemblage des reprises par LBW & EBW





Simulation du process de reparation

⇒ Etapes de la simulation du process de reparation

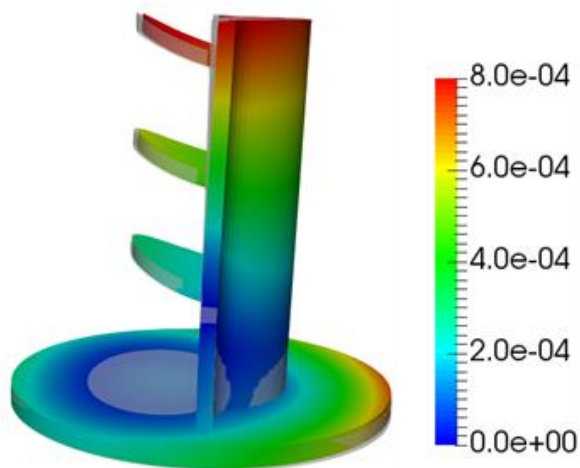




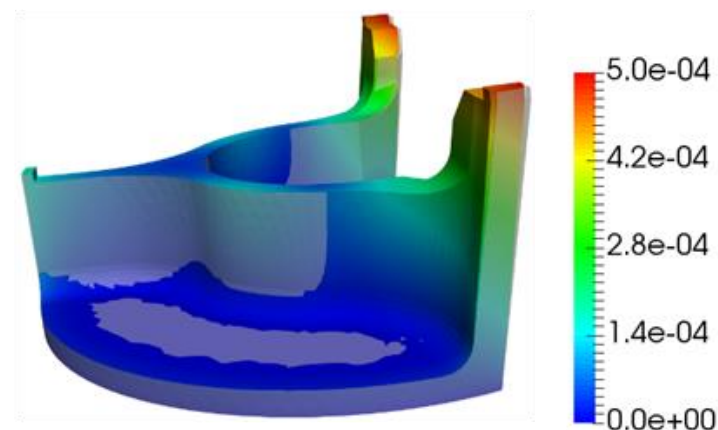
Simulation du process de fabrication des reprises

↪ Magnitude des déplacements (m)

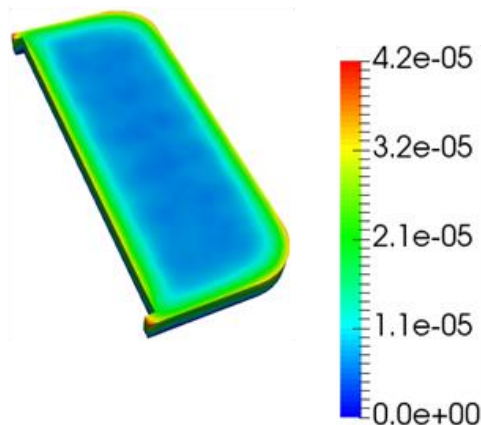
Reprise_1



Reprise_2



Reprise_3

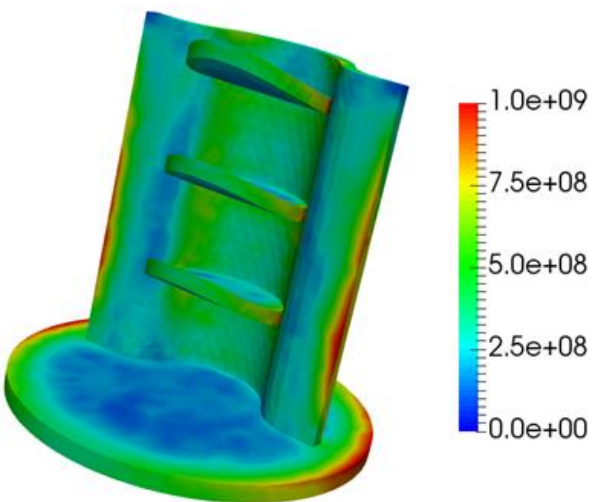




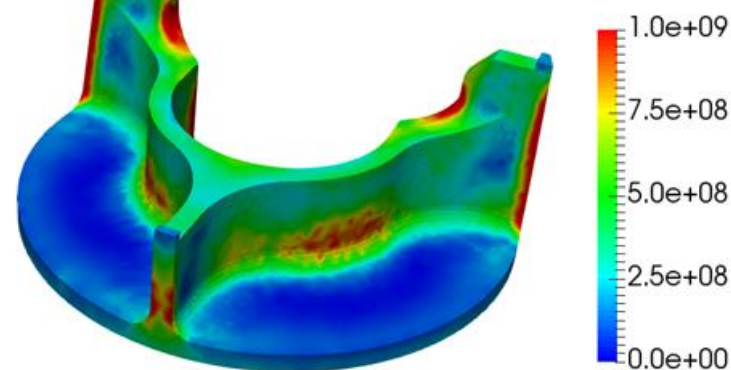
Simulation du process de fabrication des reprises

↪ Contraintes de von Mises (Pa)

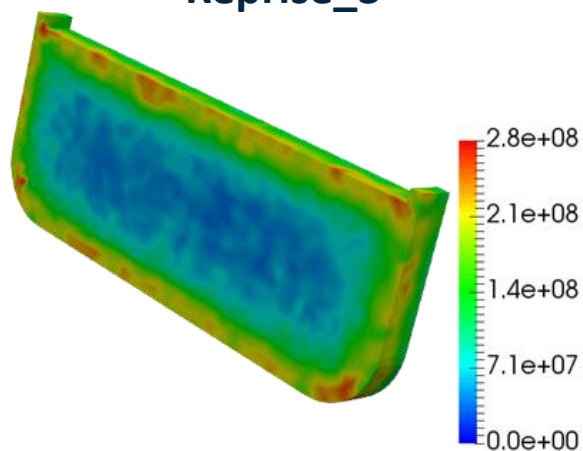
Reprise_1



Reprise_2



Reprise_3



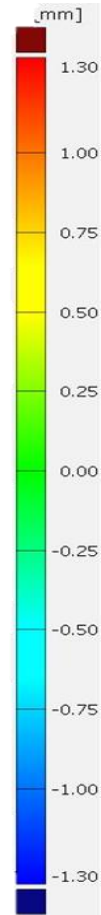
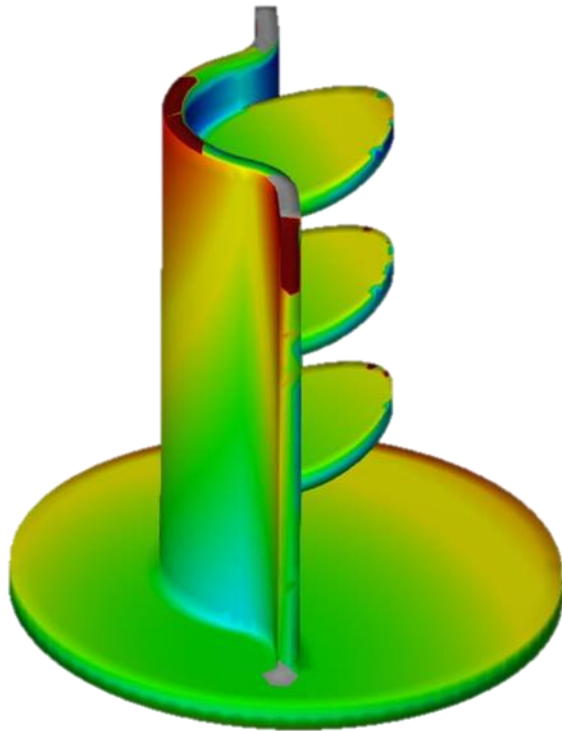


Simulation du process de fabrication des reprises

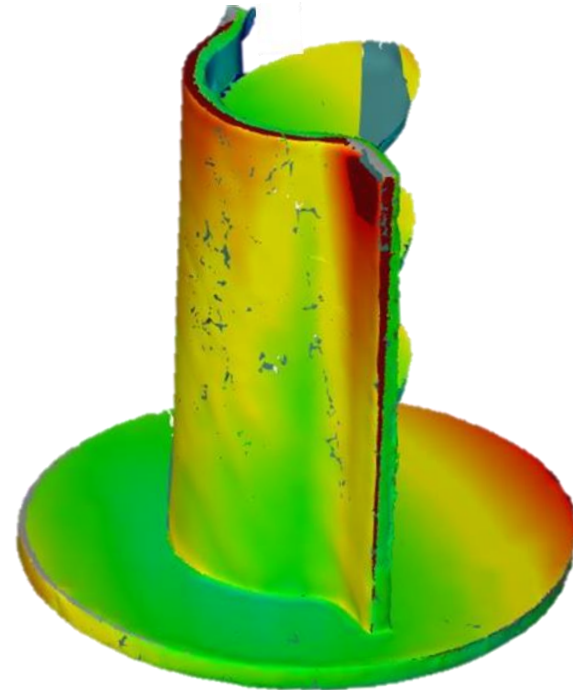


Comparaison des résultats numériques & expérimentaux

Simulation



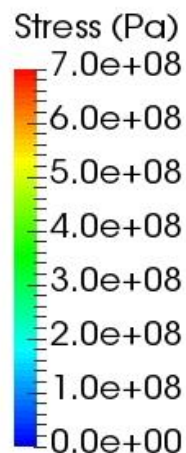
Scan



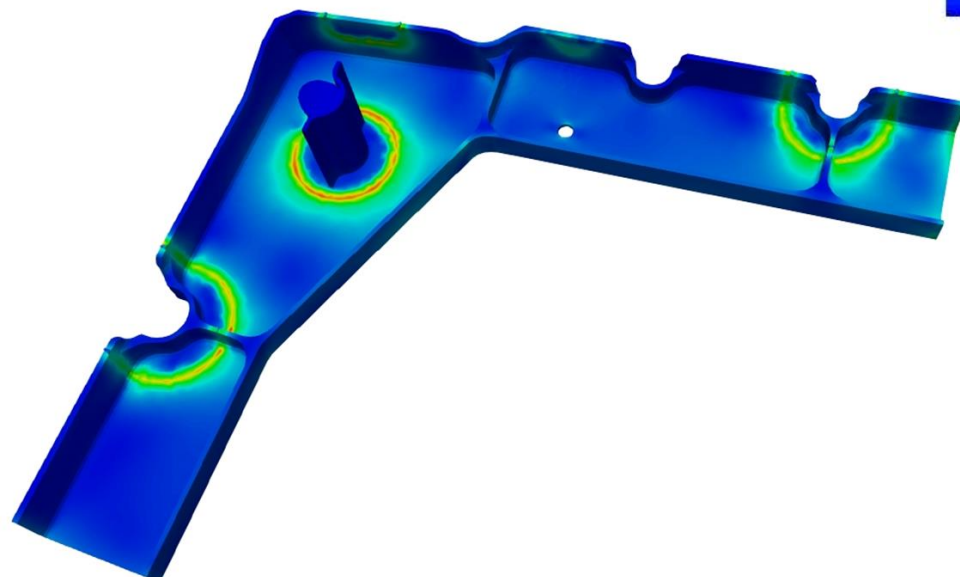


Simulation du process de soudage des reprises

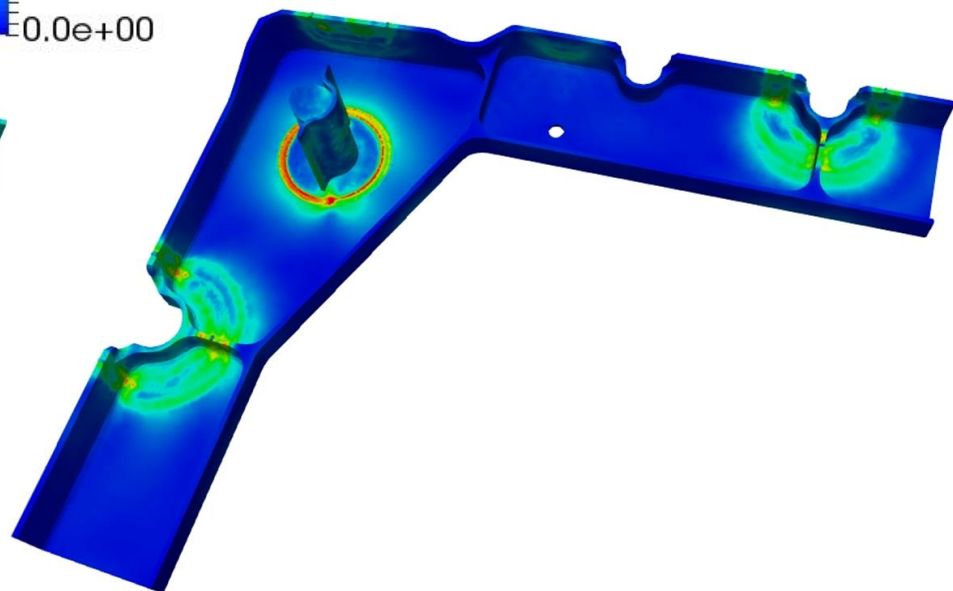
↪ Contraintes de von Mises



Sans chainage des résultats



Avec chainage des résultats

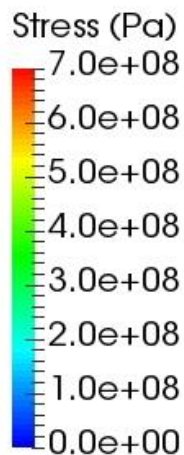
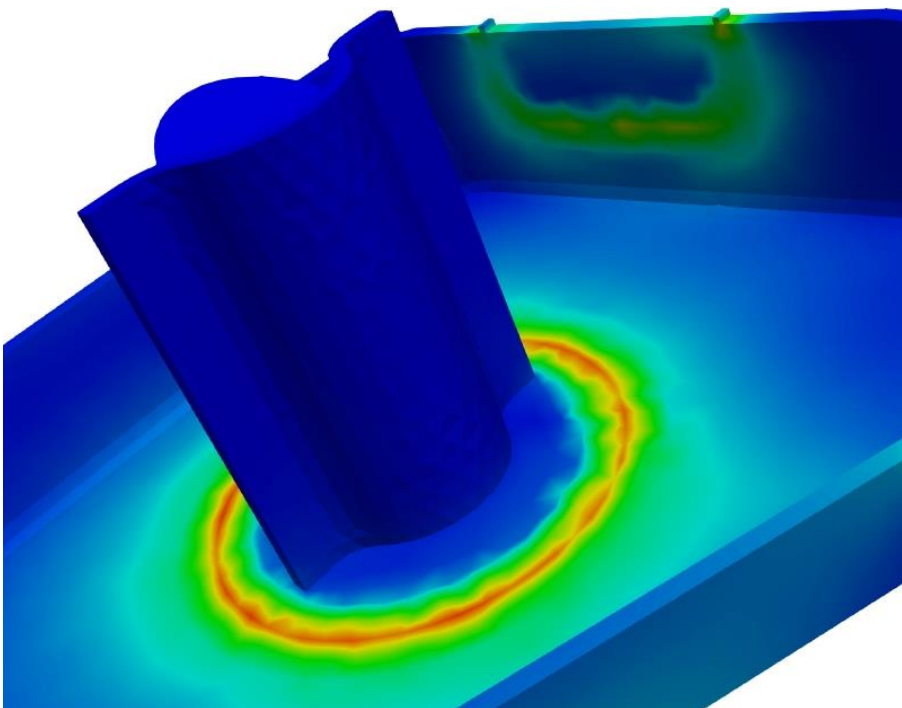




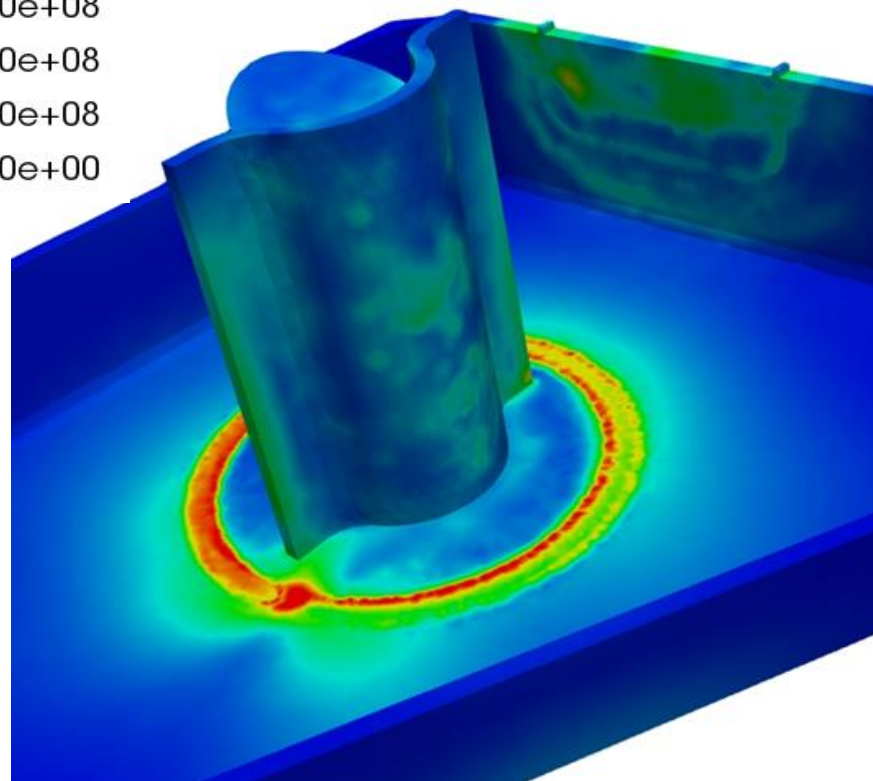
Simulation du process de soudage des reprises

↪ Contraintes de von Mises

Sans chainage des résultats



Avec chainage des résultats





Conclusions

- ↪ **Tester diverses solutions de réparation**
- ↪ **Développer des procédures & acquérir une expérience pour ce type de projet**
- ↪ **L'apport de la simulation numérique;**
- ↪ **Construire un écosystème de partenaires capables**

STYX Technologies

4 Rue Maryse Bastié

93604 Aulnay Sous Bois

01 48 65 75 97

www.styx-technologies.com

STYX
Technologies



Jean-Paul Comin

Président

Jean-paul.comin@styx-technologies.com

+33 (0)1 48 65 75 96