

CONTEXTE ET ENJEUX DE LA SIMULATION DES PROCÉDÉS DE FABRICATION ADDITIVE CHEZ SAFRAN

Synergies de simulation entre fabrication additive et soudage
26 juin 2018

Clara Moriconi – Safran Additive Manufacturing



3D AM ENABLES SAFRAN TO CREATE VALUE



*Production cycle down
by 40% to 80%*



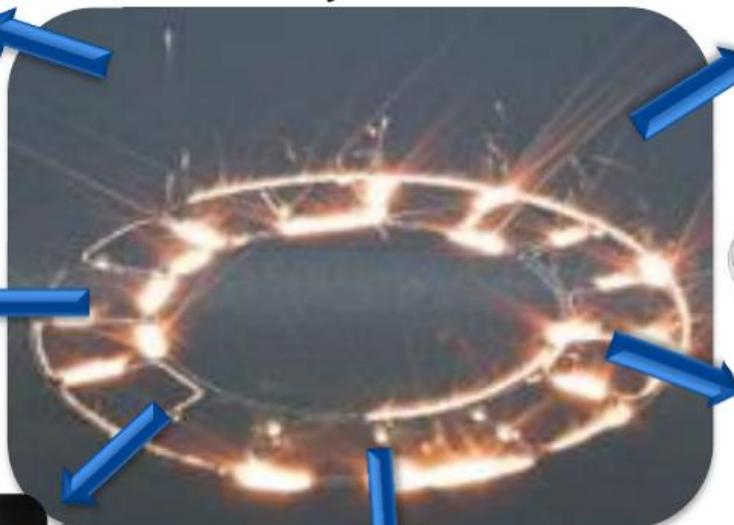
*Less subassemblies /
more complex parts*



Reduce weight up to 75%



Innovative Repair solutions

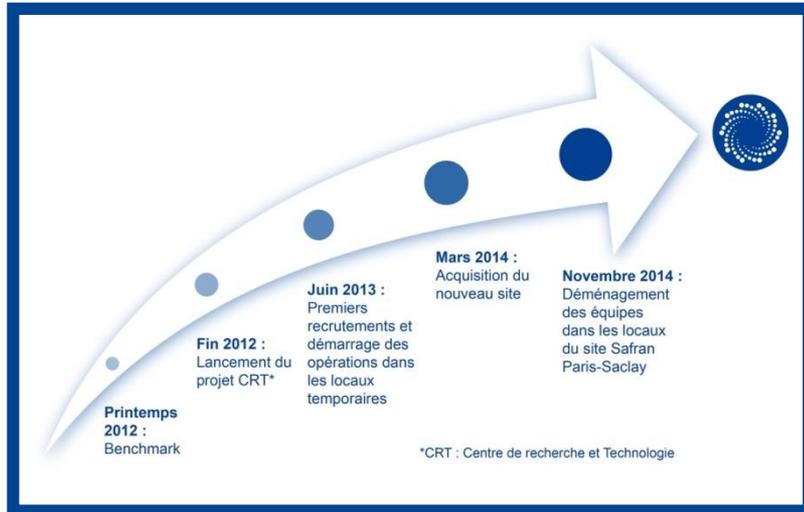


*Tooling, Spares,
prototypes → a lot of
agility/pro-activity*



*Development cycle reduced by
30% and Cost*

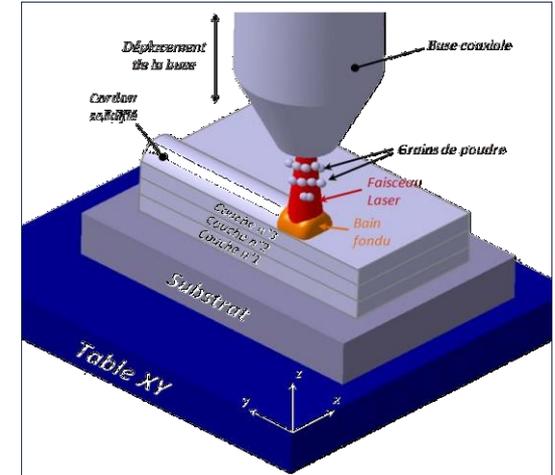
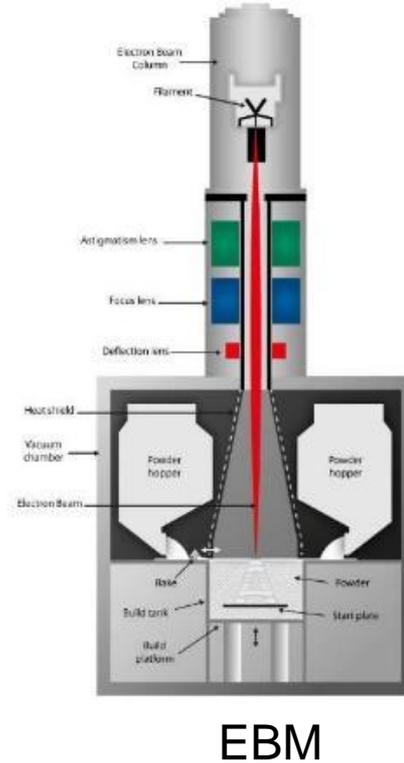
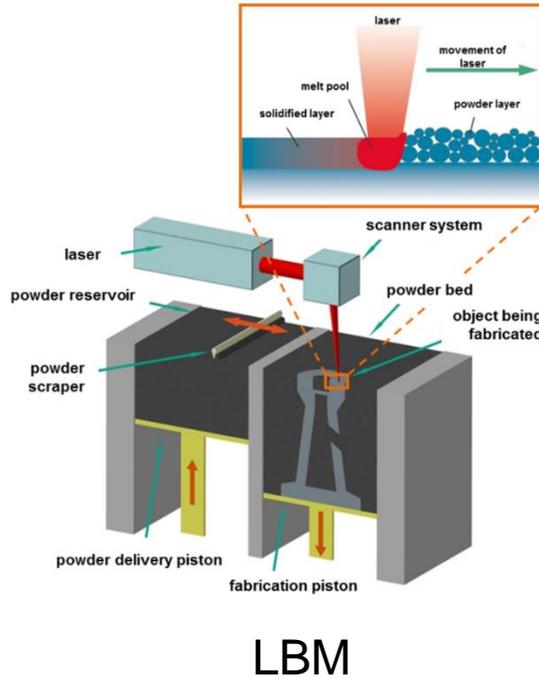
SAFRAN TECH / EN QUELQUES MOTS



- En 2015, Safran a inauguré Safran Tech, son centre de recherche dédié, **en support de la R&T réalisée par les sociétés du Groupe.**
- Safran cherche ainsi à **accroître sa compétitivité** sur ses marchés hautement technologiques en :
 - Améliorant sa **capacité à innover sur le long terme** au travers d'un effort accru sur la **recherche amont**
 - Favorisant le **travail transverse** sur les différents métiers du Groupe

C'est de la recherche que viendront les ruptures de demain

(Quelques) procédés de fabrication additive d'intérêt pour Safran

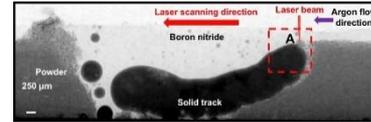


Enjeux du développement de la simulation aux échelles fines

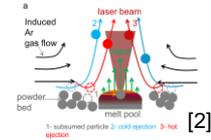
Maîtriser les procédés

▪ Aide à la compréhension des phénomènes

- Fusion : phénomène complexe, multi-physique
- Limites de l'instrumentation des machines LBM... Machines de production fermées !



[1]



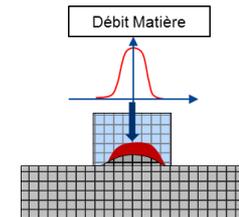
[2]

▪ Optimisation des paramètres du procédé (puissance laser, vitesse de balayage, stratégie de balayage laser, etc.) selon objectif (qualité, coût)

▪ Aide au contrôle de la fabrication : analyse des mesures, détection de dérive et aide au choix de la stratégie à adopter pour la suite de la construction de la pièce

▪ Améliorer la précision des modèles aux échelles supérieures

- Source de chaleur équivalente
- Apport de matière équivalent
- Comportement équivalent du lit de poudre
- ...



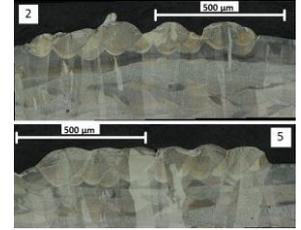
[1] <https://3dprintingindustry.com/news/synchrotron-exposes-physics-metal-stunning-video-133058/>

[2] <https://www.nature.com/articles/s41598-017-04237-z#additional-information>

Enjeux du développement de la simulation aux échelles fines

Maîtriser les procédés

- **Prédire la forme et les dimensions du bain de fusion et des cordons**
- **Anticiper l'apparition de défauts pendant la fabrication**
 - Indications sphériques (par exemple inclusions gazeuses) et linéaires
 - ◆ Projection de gouttelettes lors de la fusion → particules >100 microns non refondues lors des passages ultérieurs du laser
 - Fissures
- **Mieux comprendre les phénomènes mécaniques et métallurgiques observables sur pièces finies (fissures, déformations...)**



Analyse de la géométrie des cordons



Exemple de macro-fissure sur une pièce en LBM apparue au cours de la fabrication



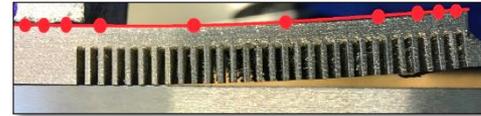
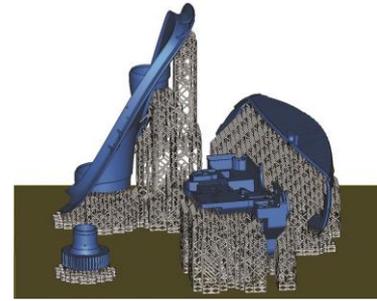
Exemple de porosités observables en LBM

Enjeux du développement de la simulation des procédés

Optimiser la gamme

▪ Réduire le temps de cycle en limitant les essais/erreurs

- Lever les risques associés à la fabrication de l'ensemble pièces + supports + plateau
 - ◆ Eviter les collisions racleur
 - ◆ Maîtriser les champs de température
 - ◆ Maîtriser les déformations (pièces, plateau)
 - ◆ Eviter les fissures
 - ◆ Eviter la séparation pièce/plateau
- Optimiser la gamme de fabrication (orientation pièces, supports, taille du plateau, type de racleur, couple matériau pièce/plateau)

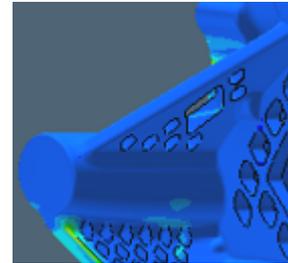
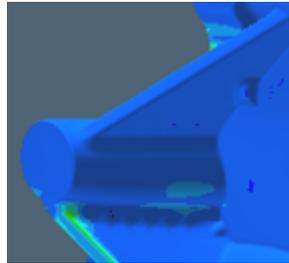


▪ Nécessité d'avoir un temps de calcul compatible avec les exigences industrielles (de quelques minutes à quelques jours de calcul), pour permettre une utilisation dans les itérations de développement

Enjeux du développement de la simulation des procédés

Optimiser la gamme

- **Exemple d'utilisation d'un outil (Simufact) pour optimiser la stratégie de supportage d'une pièce avant lancement de la fabrication**
 - Recherche du supportage optimal donnant le meilleur compromis déformation / contraintes
 - Utilisation de la simulation pour classer les configurations
 - Objectif : éviter la fissuration pendant la construction de cette pièce en alliage de titane

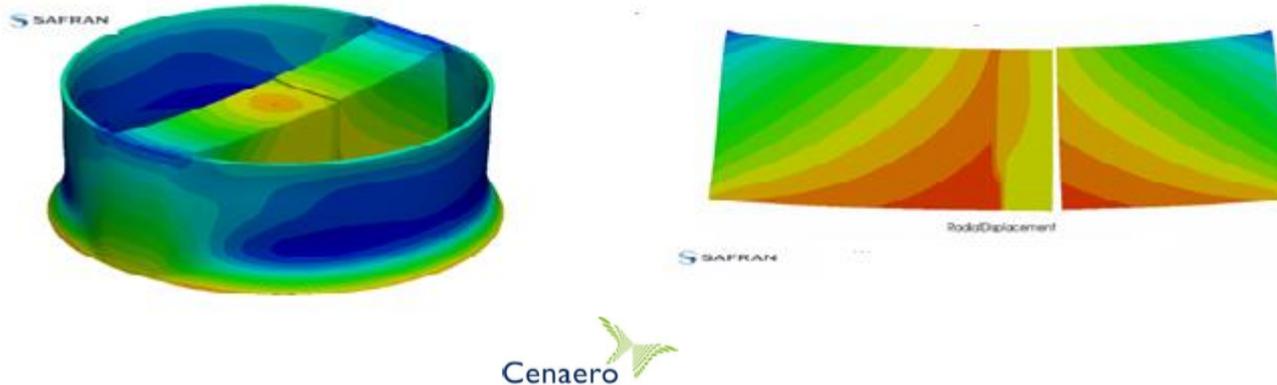


Simufact Additive

Enjeux du développement de la simulation des procédés

Optimiser la gamme

- **Etude réalisée par CENAERO : Construction d'une éprouvette en LBM**
 - Impact de la température de chauffe du plateau, de la vitesse de balayage laser sur le champ thermique et les champs mécaniques

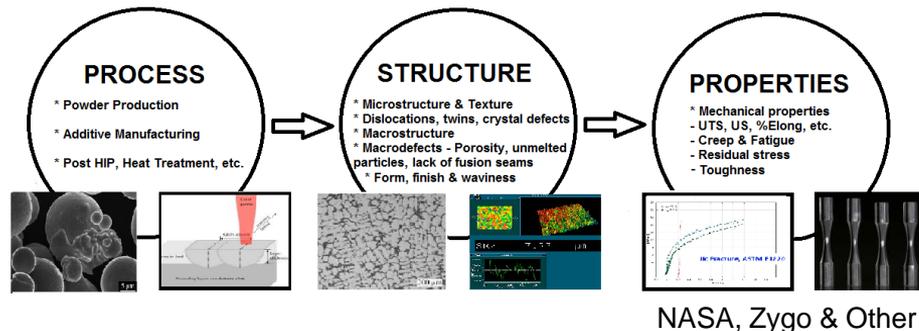


Cenaero 

Les enjeux du développement de la simulation des procédés

Concevoir pour la fabrication additive

- Tenir compte de la réalité du procédé dans la conception des pièces (déformations, contraintes résiduelles pouvant persister après traitements thermiques, métallurgie, état de surface...)
- Exploiter tout le potentiel des procédés de fabrication additive
 - Piloter la microstructure (gradients de microstructure, optimisées selon leurs fonctions cibles, pour tirer tout le potentiel de ces nouvelles technologies)
 - Contrôler le compromis coût/qualité de fabrication selon besoin





**POWERED
BY TRUST**