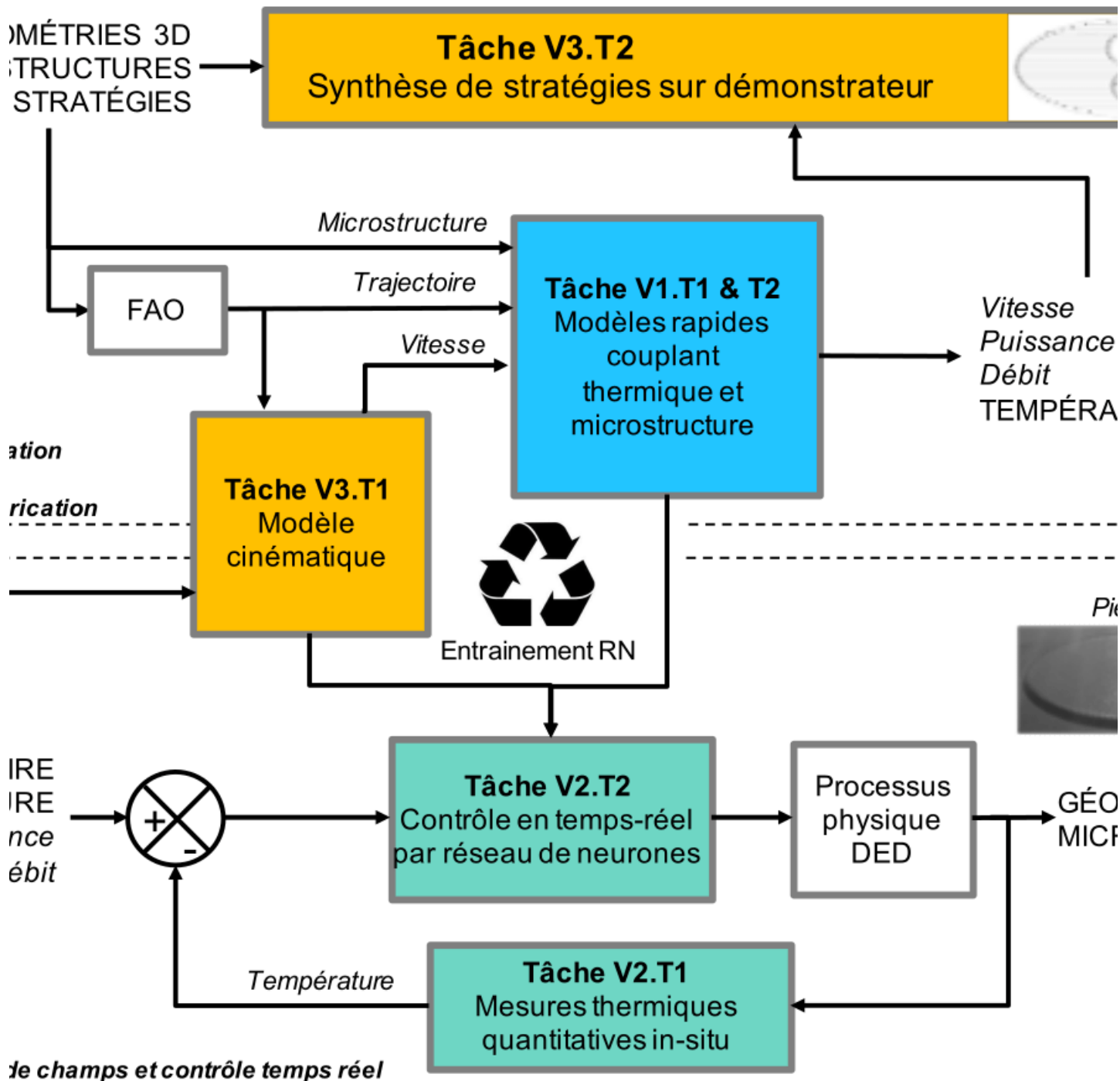


MIFASOL : Microstructure à la demande en fabrication additive par une synergie entre commande, mesures et simulations

Date de début du projet : 1er janvier 2021

Durée : 48 mois

Synoptique



projet MIFASOL

Description du projet

Obtenir des propriétés optimales à différents endroits d'une structure est un grand enjeu de fabrication ou de réparation additive métallique. Cela repose sur une connaissance approfondie des liens entre propriétés et microstructures et un contrôle de ces dernières durant tout le procédé. Elle repose sur la maîtrise à différentes échelles de temps et d'espace, des conditions de solidification ainsi que de l'évolution de la microstructure pendant les cycles thermomécaniques successifs. Le projet MIFASOL a pour objectif d'élaborer des stratégies de fabrication permettant de piloter conjointement la géométrie et la microstructure pour des procédés de dépôt de matière sous énergie concentrée (DED).

Cependant, de telles stratégies se heurtent à trois principaux verrous scientifiques et techniques. Le premier tient au fait que toute stratégie de contrôle nécessite des simulations prédictives de la formation et de l'évolution de la microstructure pendant le procédé à l'échelle de l'objet. Le second tient aux stratégies de contrôle en temps réel nécessaires afin d'ajuster les paramètres du procédé pour éviter une dérive de la cinétique thermique. Le troisième verrou vise à définir la stratégie de fabrication et maîtriser l'évolution des paramètres procédés pour garantir la géométrie et la microstructure.

Le projet propose donc : 1) des modèles rapides couplant thermique et formation/évolution de microstructure à l'échelle du procédé dans son ensemble, permettant d'établir une stratégie de fabrication, 2) des mesures in-situ couplées à des algorithmes d'apprentissage pour corriger en temps réel la stratégie de fabrication et 3) une modélisation et un contrôle précis de la cinématique du dépôt de matière afin de définir au mieux la stratégie de fabrication dans le cas de structures complexes.

Les résultats escomptés du projet sont : 1) un outil de calcul rapide efficace pour simuler les transferts thermiques en fonction de l'ensemble des paramètres du procédé ainsi que la formation et l'évolution des microstructures dans la pièce, 2) un montage expérimental permettant la mesure thermique in-situ d'une grande partie de la pièce en cours de procédé ainsi qu'un réseau de neurones (entraîné sur un grand nombre de simulations) permettant d'exploiter cette mesure en temps réel pour corriger les paramètres de fabrication et atteindre la microstructure souhaitée et 3) la réalisation d'un jumeau numérique s'appuyant sur la chaîne numérique de fabrication additive, intégrant les modèles de connaissance et de comportement permettant la synthèse de stratégies de dépôts en effectuant du virtual testing du procédé en amont de la production ou en temps réel en couplant les modèles numériques et les mesures in-situ.

Le projet MIFASOL choisit donc résolument de travailler sur différentes voies d'analyses complémentaires : mesures et analyses en temps réel associées à des simulations rapides du procédé en vue d'un contrôle de la commande. Il s'intéresse donc aux matériaux et aux procédés, mais en étant résolument tourné vers des instrumentations innovantes de mesure et de contrôle, des techniques d'apprentissage de contrôle-commande par réseaux de neurones en vue d'une meilleure intégration de la fabrication additive parmi les technologies innovantes permettant une optimisation simultanée du matériau, de sa microstructure et de la pièce fabriquée.

La réussite du projet repose donc sur la parfaite complémentarité entre les partenaires du projet et par le recrutement de deux doctorants dans le cadre du projet, l'un chargé de faire le lien entre les modèles rapides et les stratégies de fabrication en vue d'aller vers l'élaboration d'un jumeau numérique et le second chargé de la réalisation de mesures quantitatives in-situ couplées à un contrôle en temps réel par réseau de neurones.

Description du projet sur le site de l'ANR (<https://anr.fr/Projet-ANR-20-CE10-0009>)

Partenaires et financeurs

Coordinateur du projet : Eric Charkaluk (LMS)

- LMS : Laboratoire de mécanique des solides
- LaMcube : Laboratoire de mécanique, multiphysique et multiéchelle
- LURPA : Laboratoire universitaire de recherche en production automatisée
- ANR : Agence nationale de la recherche