

PREMIERS RÉSULTATS DU PROJET COLLABORATIF FUI - MUSICAS



Partenaires



Financeurs



Yvelines
Conseil général



direction générale de la compétitivité
de l'industrie et des services



SERVIR L'AVENIR

Méthodologie Unifiée pour la Simulation de l'Intégrité et la Contrôlabilité des Assemblages Soudés

1. Le projet vise l'introduction de logiciels existants dans une infrastructure métier pour automatiser des processus de simulation numérique du soudage depuis la CAO jusqu'à la durée de vie en passant par le procédé.
2. Valider et qualifier ces processus au meilleur état du savoir faire industriel par adossement à des cas test industriels.
3. Mise en place d'un démonstrateur d'une plateforme collaborative de simulation.

FUI - MUSICAS

Développer une simulation réaliste de procédés de soudage appliqués à des structures navales de fortes épaisseurs

Florent BRIDIER, Guillaume RÜCKERT
DCNS Research

Soudage MAG d'un raidisseur épais (coque sous-marin)

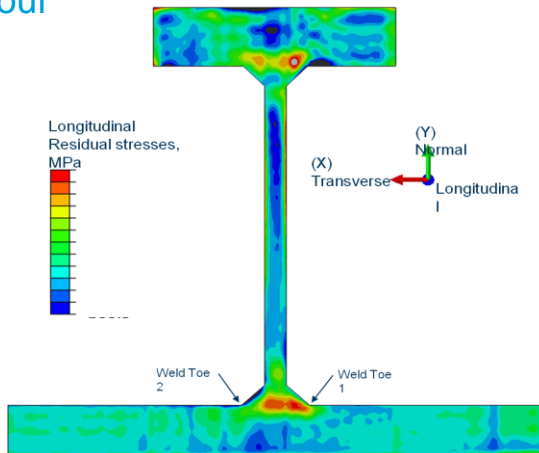
- Soudage multipasse et caractérisation

- Soudage instrumenté (27 thermocouples)



- Mesure des contraintes résiduelles par couplage de différentes méthodes

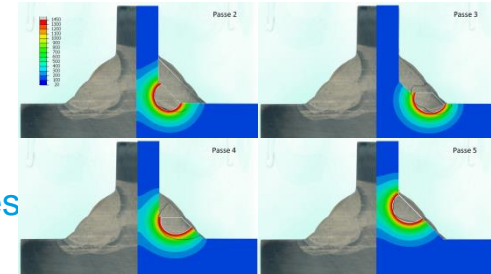
- Technique du trou profond
- Méthode du contour



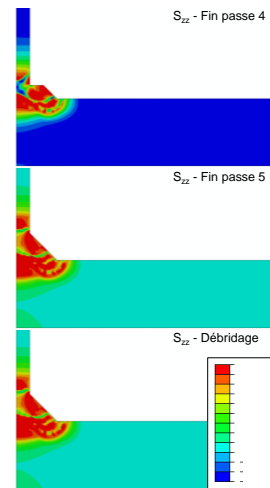
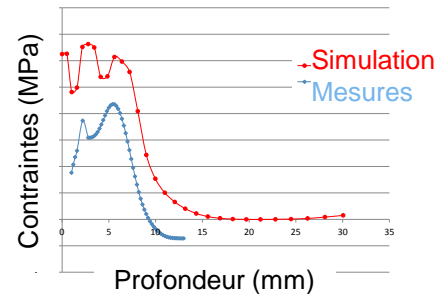
- Simulation numérique du procédé

- Implémentation lois de comportement thermo-métallo-mécanique
- Corrélation essais-calculs

Cinétiques thermiques simulées en bonne cohérence avec les mesures expérimentales

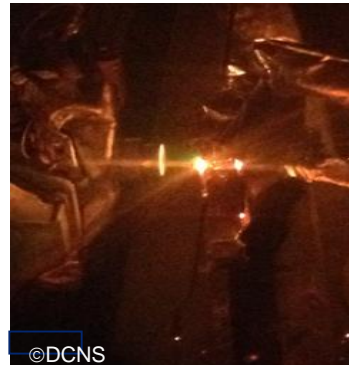


Bonne prédiction numérique de la distribution des contraintes résiduelles mais niveaux surévalués par le calcul

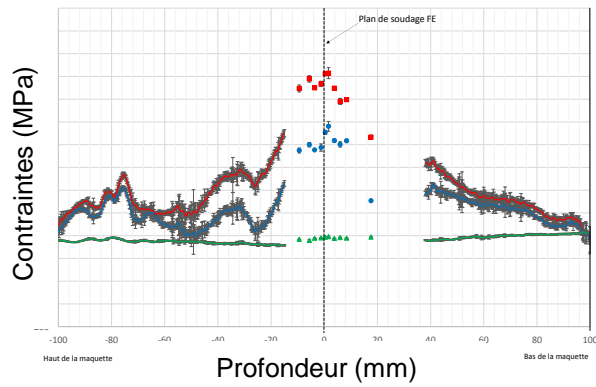


Soudage FE d'un composant épais sous pression

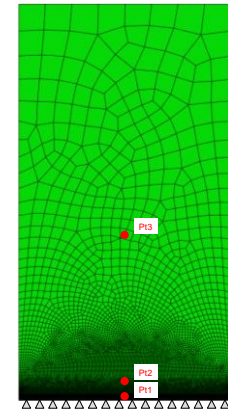
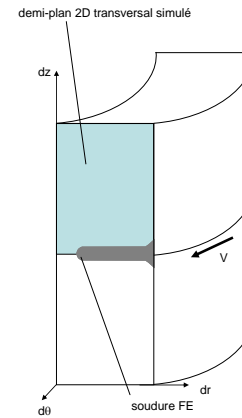
- Soudage et caractérisation
 - Soudage instrumenté (17 thermocouples)



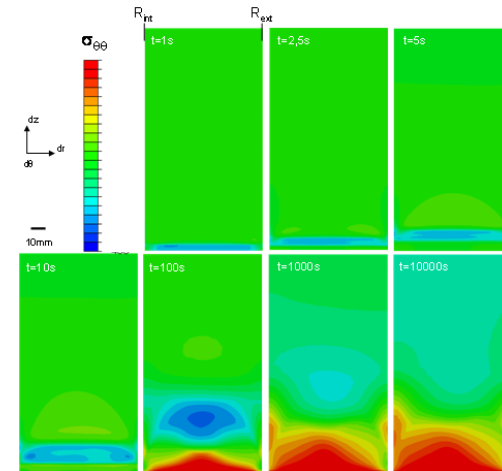
- Mesure des contraintes résiduelles par la méthode du trou profond



- Simulation numérique du procédé
 - Implémentation lois de comportement thermo-mécanique
 - Simulation 2D du soudage



Identification de la distribution des contraintes en phase de soudage puis de refroidissement



FUI – MUSICAS

*Évaluer l'effet des contraintes résiduelles
sur la tenue mécanique des assemblages*

Anthony Reullier, Renault



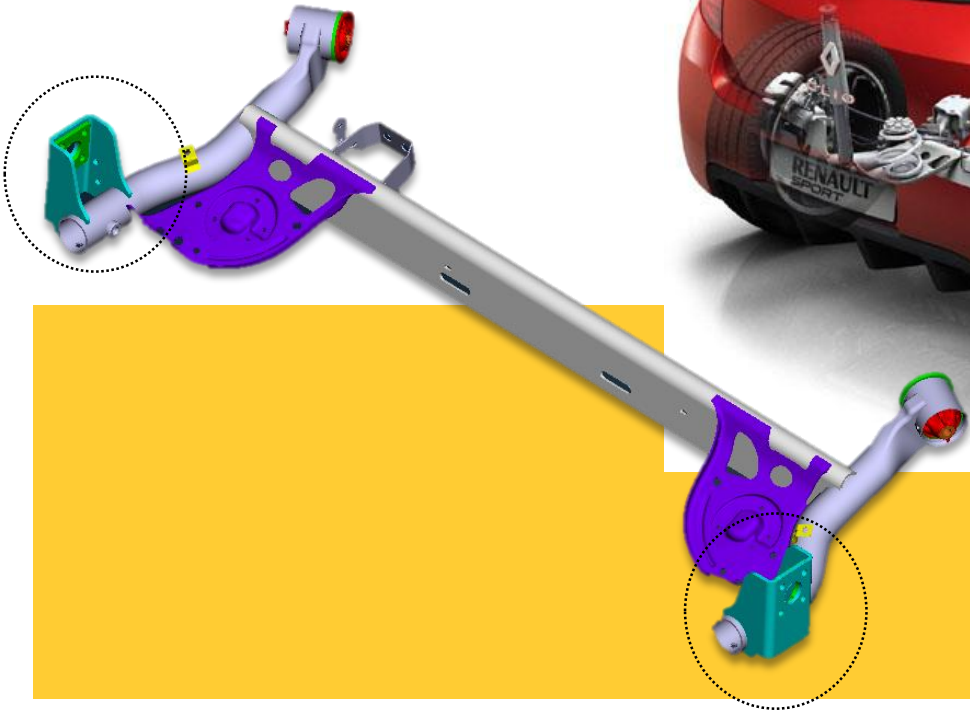
NAFEMS

8-9 JUIN 2016

CONFIDENTIAL
PROPERTY OF GROUPE RENAULT

GROUPE RENAULT

Filière calcul process/produit : Clio III



NAFEMS

8-9 JUIN 2016

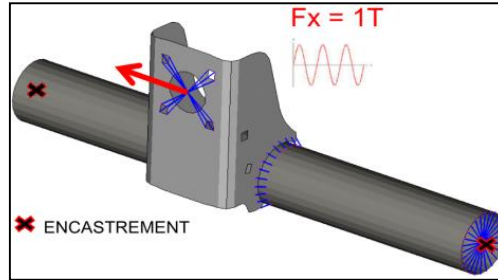
CONFIDENTIAL
PROPERTY OF GROUPE RENAULT

GROUPE RENAULT

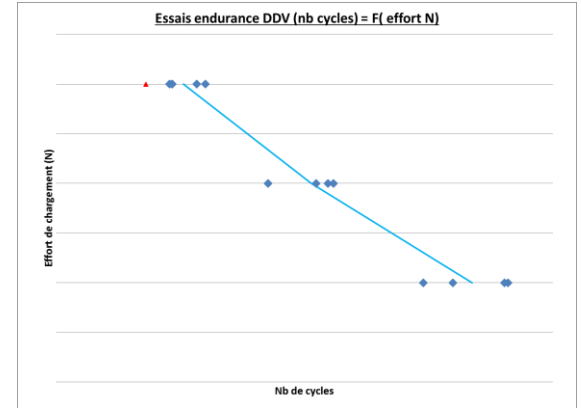
Essais d'endurance



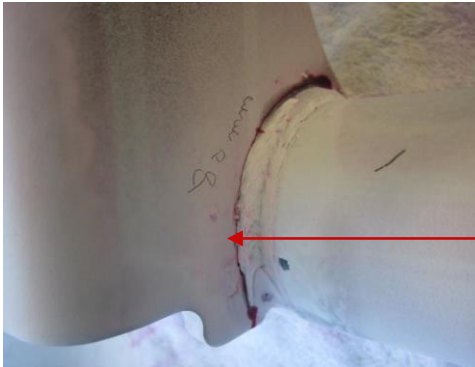
Essais d'endurance



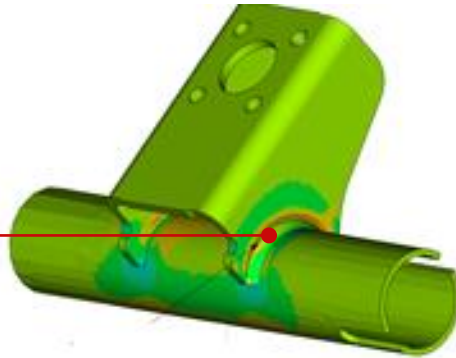
Sollicitation en fatigue



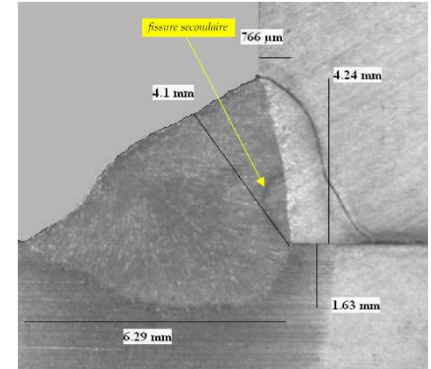
Nombre de cycles à rupture



Fracture au niveau du joint

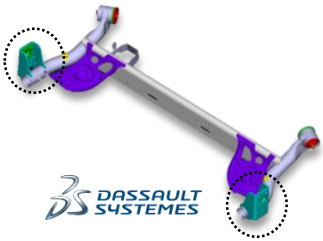


Simulation

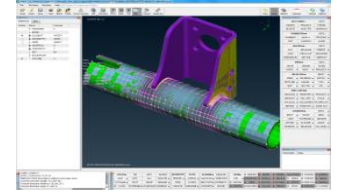
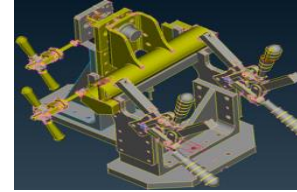


Détail de la fissure

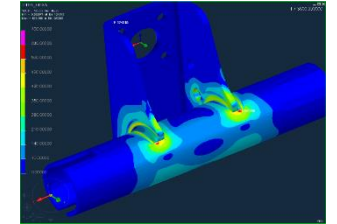
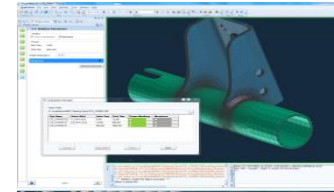
Filière calcul process/produit : de la CAO à la durée de vie



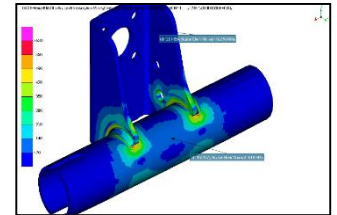
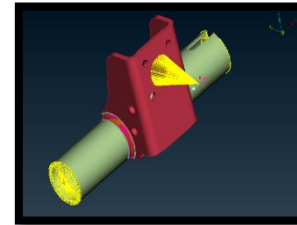
CAO – Maillage



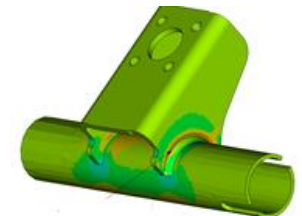
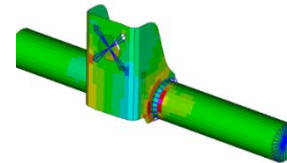
Calcul thermo-métallo-mécanique
Contraintes résiduelles et Distorsions



Calcul mécanique
Contraintes de « service » avec prise en compte des contraintes résiduelles/distorsions de soudage



Estimation durée de vie
(courbe Wöhler)



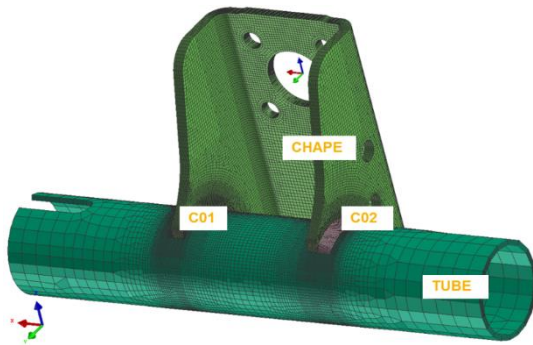
ABAQUS

nCode DesignLife™

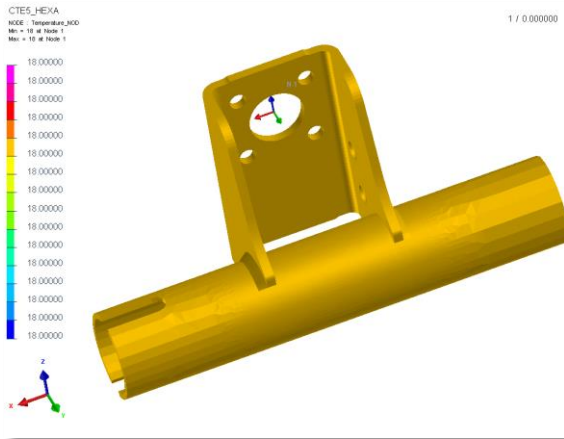
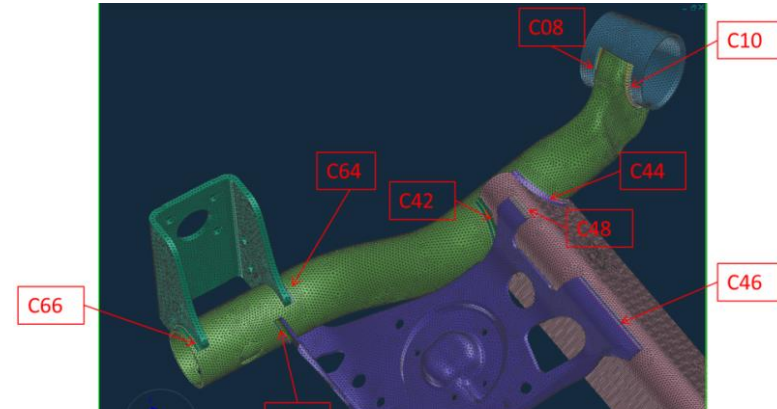


Du cas test au problème industriel

2 cordons de soudure



16 cordons de soudure





FUI - MUSICAS

Apports du projet MUSICAS pour la fabrication, la contrôlabilité et la DDVie des composants nucléaires

P. Gilles, G. Tirand, E. Jourden, V. Robin – AREVA NP

RESTRICTED AREVA

The information in this document is AREVA property and is intended solely for the addressees.

Reproduction and distribution are prohibited. Thank you

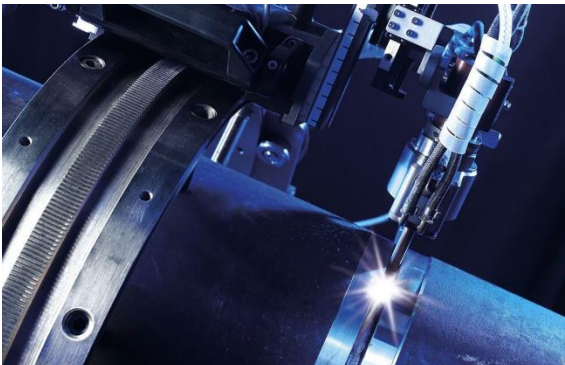
Engineering & Projects Organization

AREVA
forward-looking energy

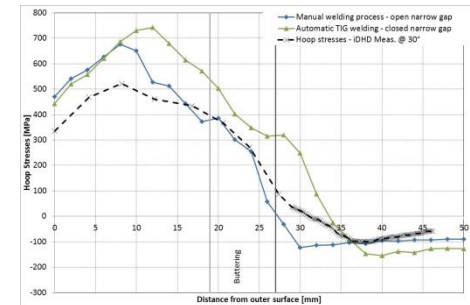
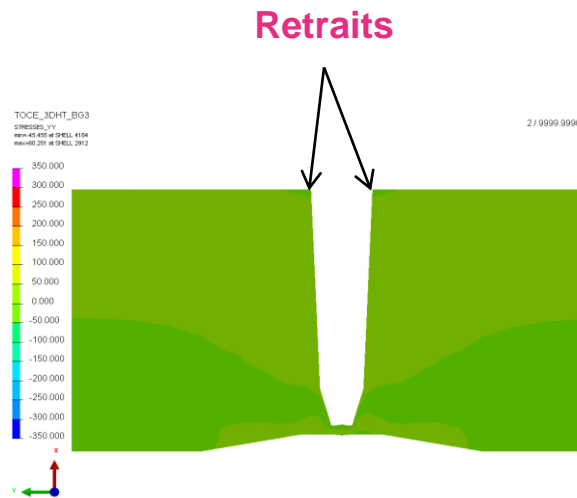


Fabrication : contraintes et distorsions

L'assemblage des composants



Les prédictions numériques



Contraintes résiduelles



AREVA
forward-looking energy



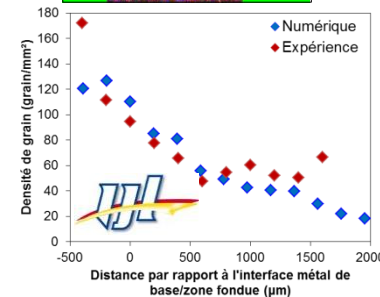
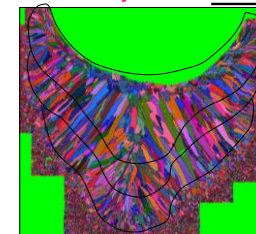
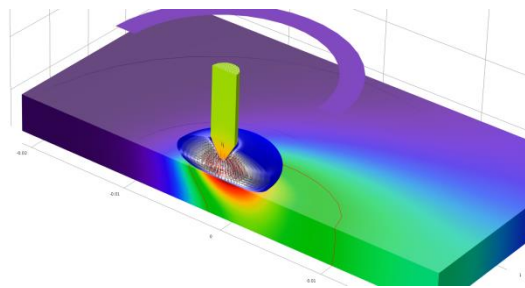
Contrôlabilité : microstructure et texture en soudage multipasse

La soudure



Le modèle

Modèles multiphysiques et thermo-métallurgie avancés (couplage CAFE)

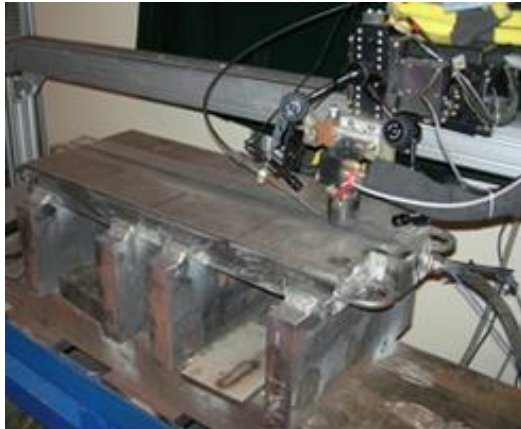




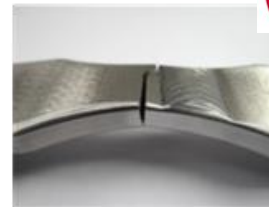
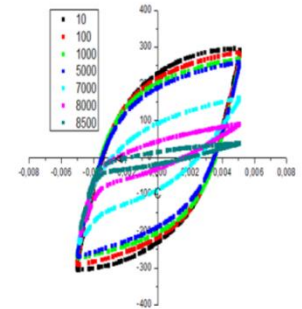
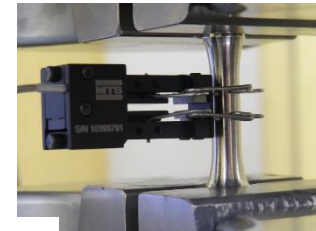
DDVie : effets du soudage sur le comportement en fatigue

Les essais, les lois pour le design

La maquette



Fatigue oligocyclique



Engineering & Projects Organization



FUI-MUSICAS

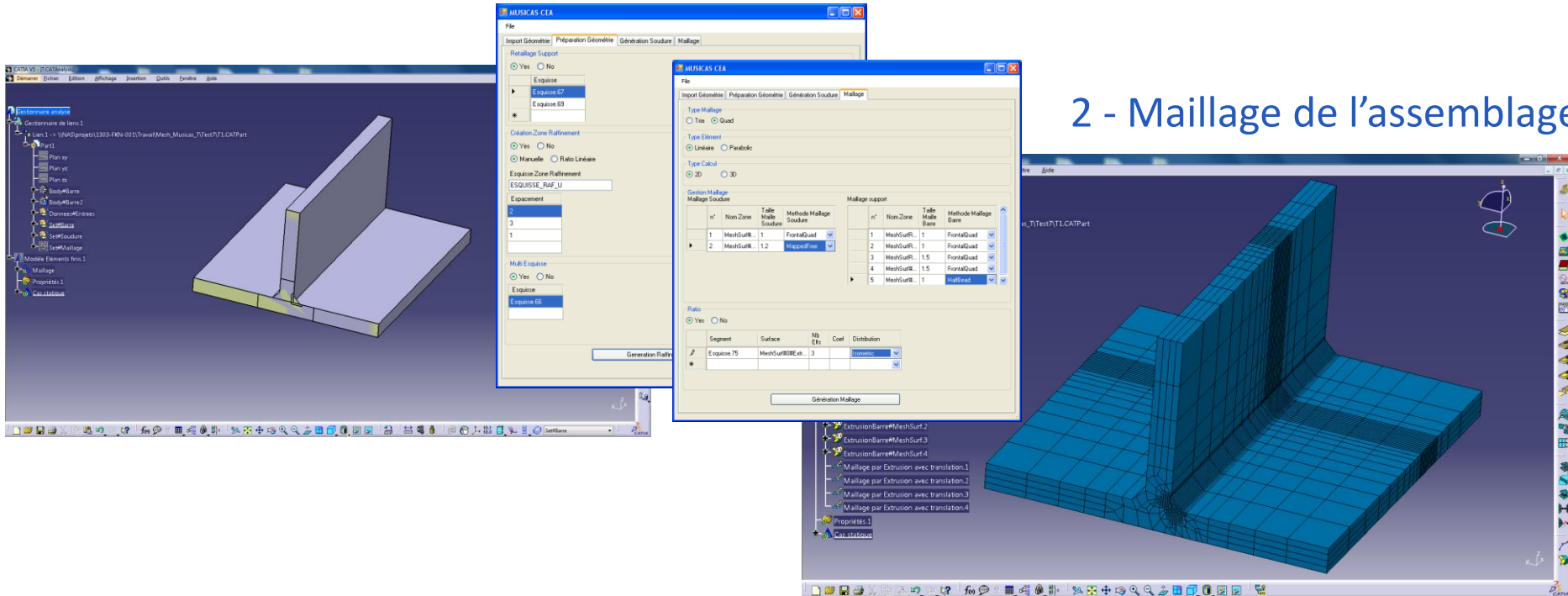
Atelier CAO / Maillage

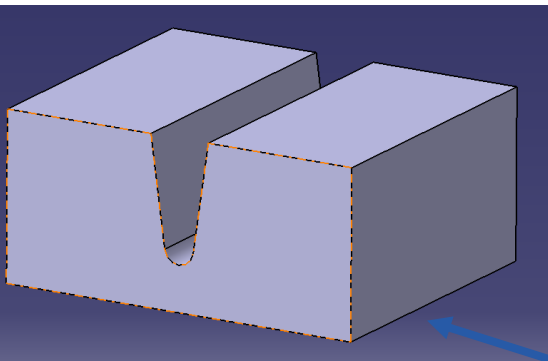
F. Koechlin, A. Crepy, M. Rioult

- Génération de la CAO et du maillage d'un assemblage soudé à partir de :
 - Pièces unitaires à assembler
 - Catalogue d'assemblages prédéfinis
- Génération d'une soudure multipasse

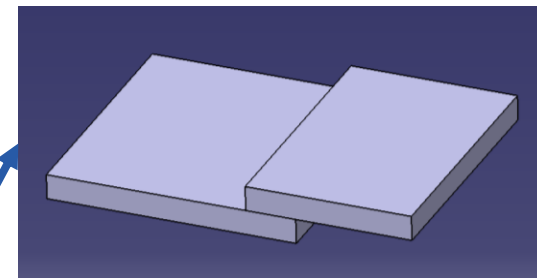
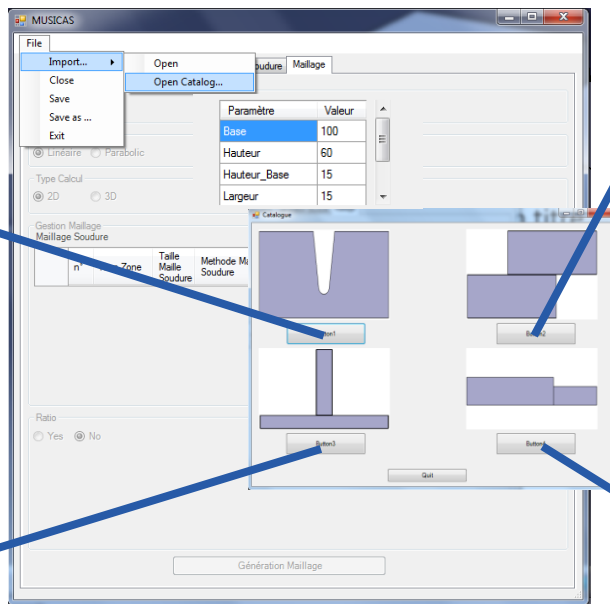
1 - CAO de l'assemblage avec génération de la soudure et découpes

2 - Maillage de l'assemblage

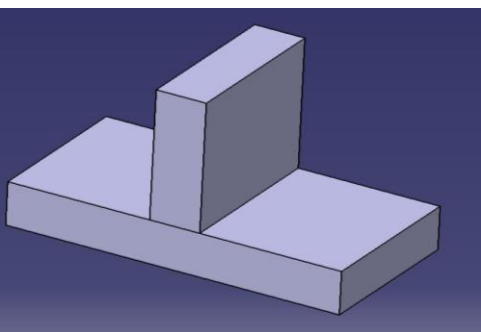




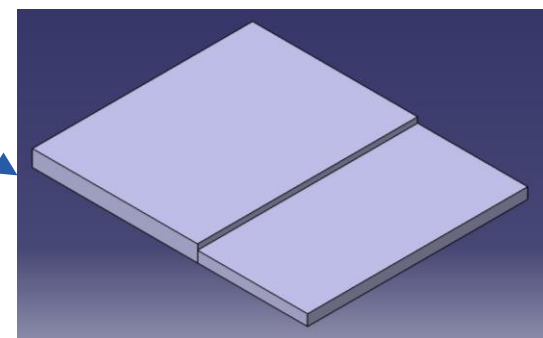
Soudure de forte épaisseur en chanfrein



Soudure à clin

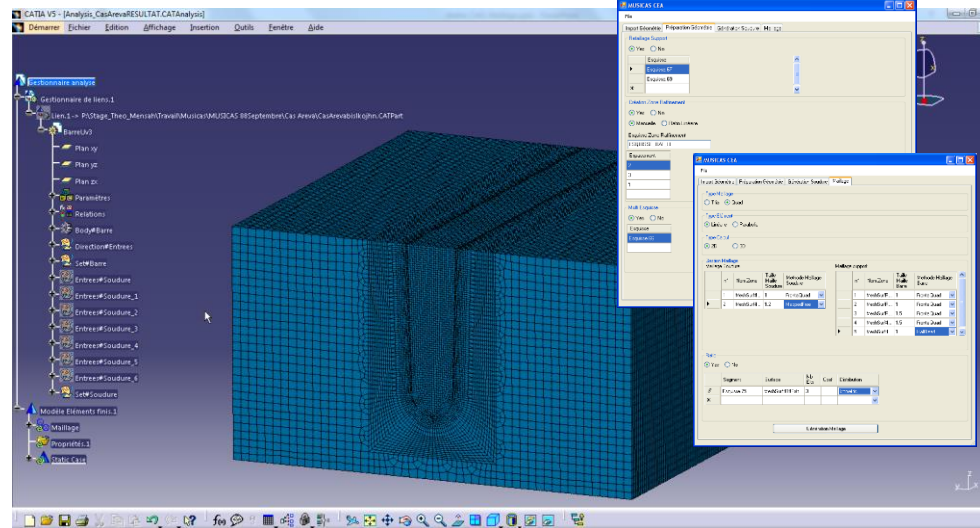
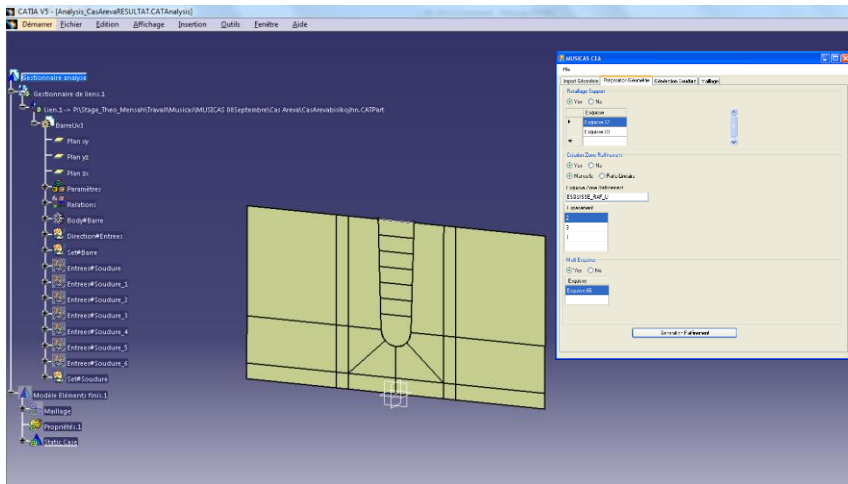
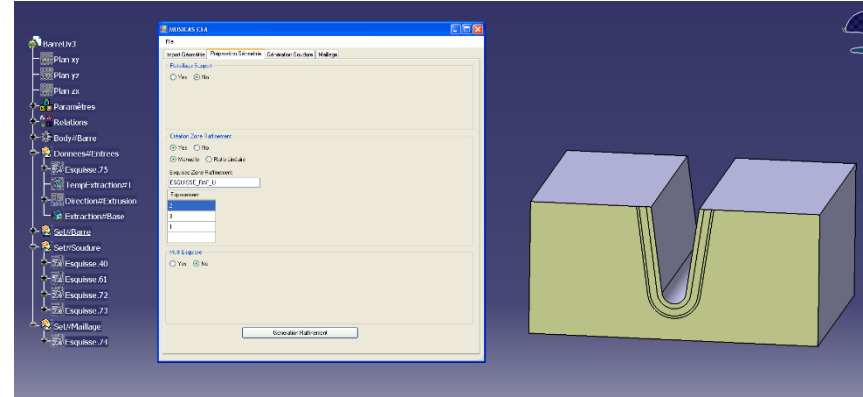
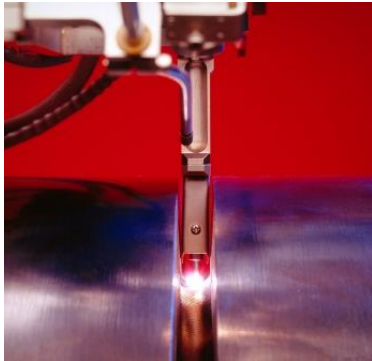
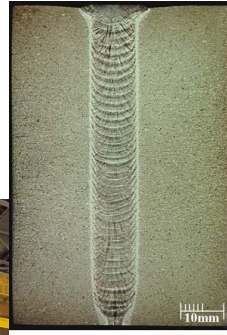
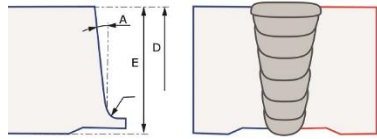


Soudure d'angle (en té)



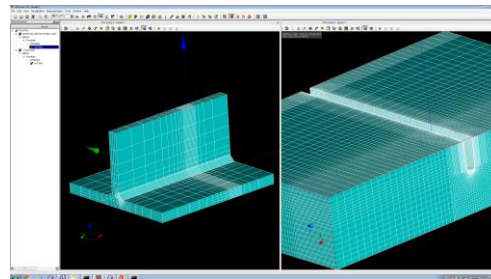
Soudure à plat bord à bord

Soudage multipasse forte épaisseur en chanfrein étroit

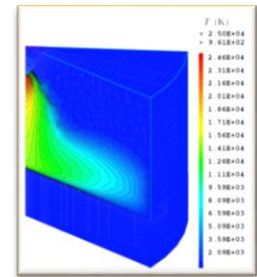
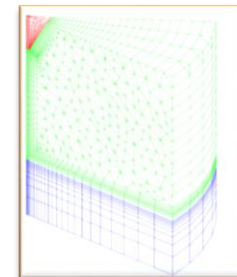


LOGICIEL WPROCESS ET MODÉLISATIONS MULTIPHYSIQUES POUR LE SOUDAGE FUI – MUSICAS

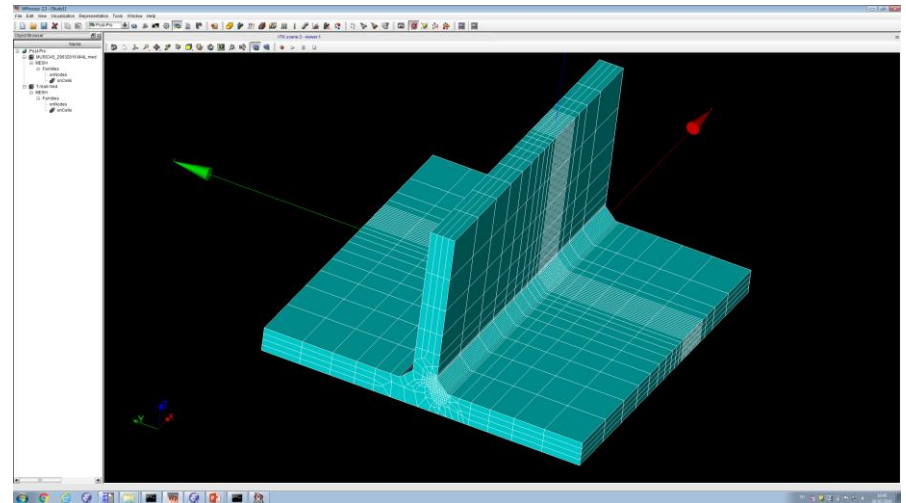
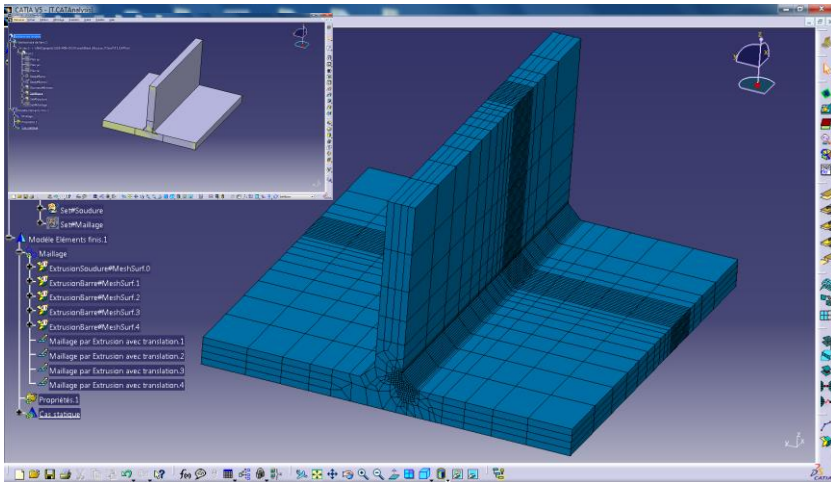
Stéphane Gounand, Olivier Asserin - cea



Logiciel WPROCESS (Castem)



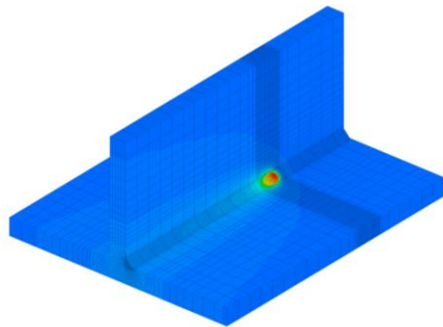
Simulation multiphysique de l'arc



Atelier CAO – géométrie et maillage

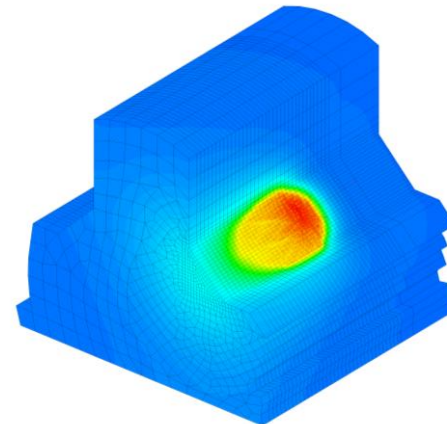


WPROCESS – Import et simulation depuis l'atelier CAO



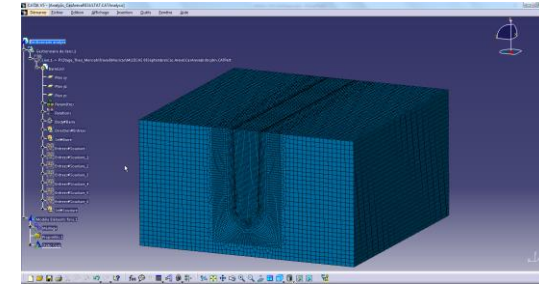
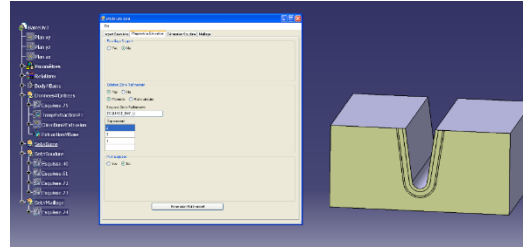
Températures

Simulation Multiphysique



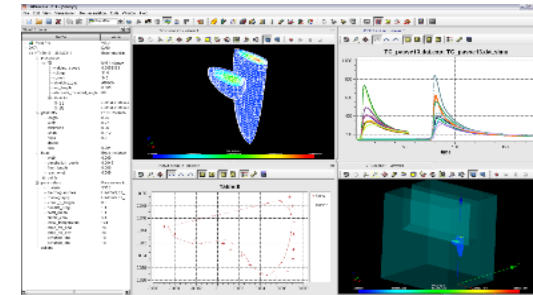
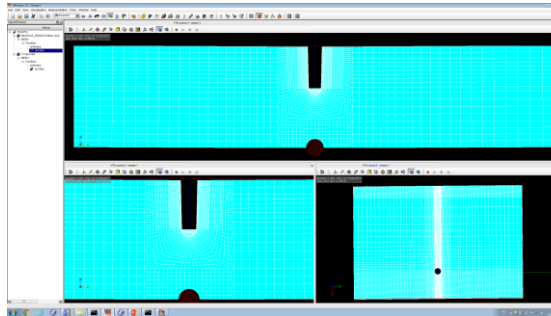
Températures et vitesses dans le bain de soudage

Atelier CAO/MAILLAGE



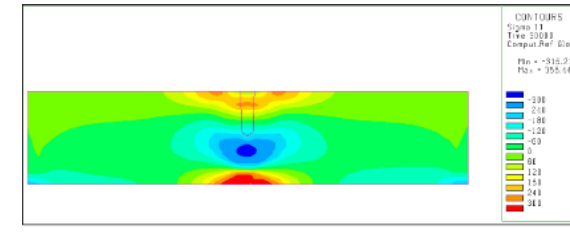
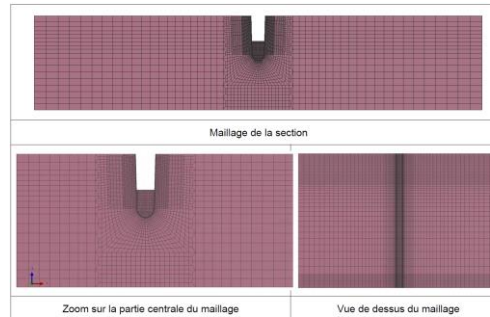
WPROCESS

Simulation du procédé



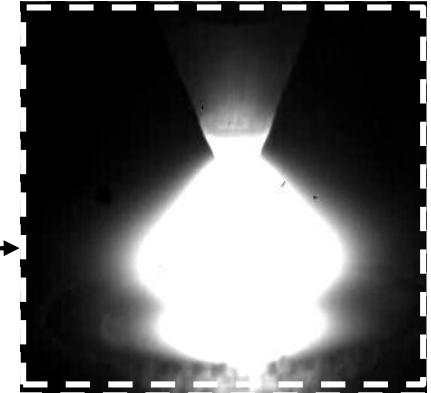
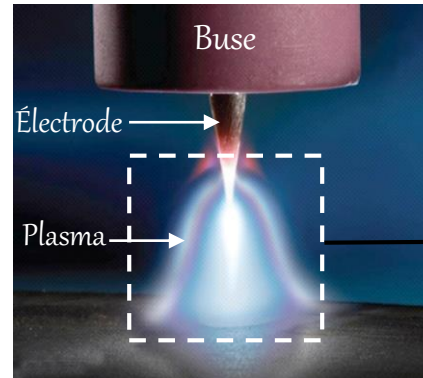
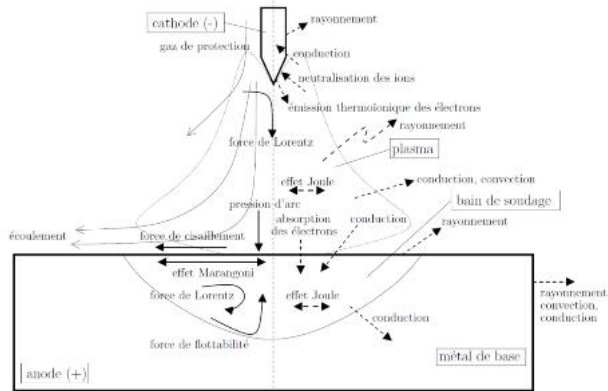
SYSWELD

Simulation des contraintes résiduelles

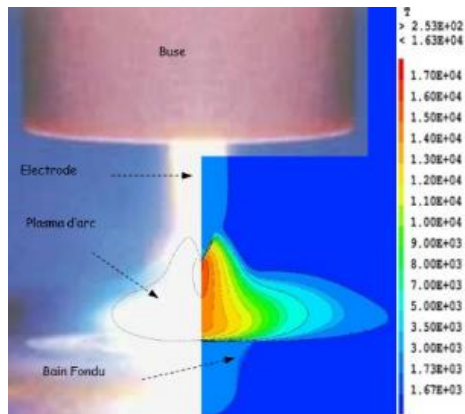


Contrainte transversale

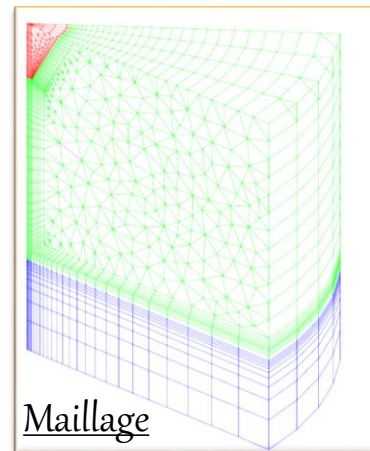
Figure 10 : Source MUSICA - Maillage tridimensionnel pour le calcul stationnaire



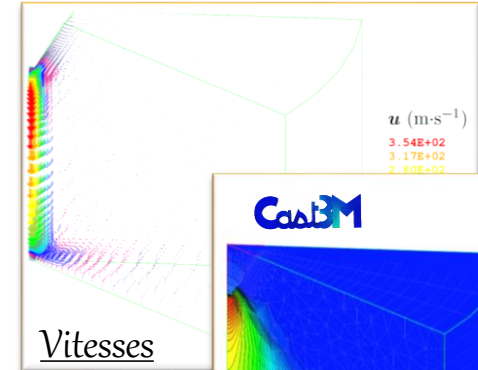
Soudage à l'arc TIG



Soudage à l'arc TIG
(Simulation 2D)

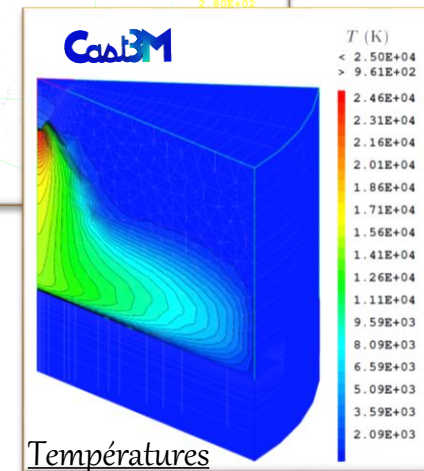


Maillage



Vitesses

Soudage à l'arc TIG
(Simulation 3D)



Températures

FUI - MUSICAS

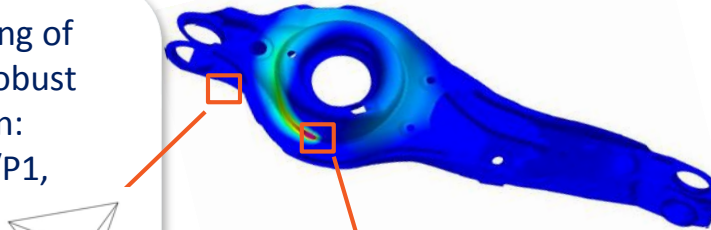
Interaction fluide structure: couplage multiphysique et mécanique
Modèles thermomécaniques avancés : lien avec la durée de vie et la
simulation du contrôle non destructif



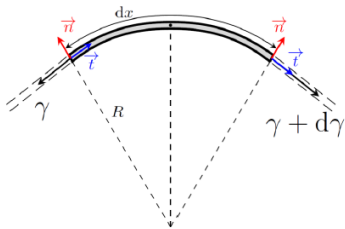
Frédéric BOITOUT, Mickaël FONTAINE

Realistic modeling of weld pool and mushy zone coupled with robust finite elements in SYSWELD

Easy automated meshing of complex shapes with robust tetrahedral formulation: mixed elements⁽¹⁾ P1+/P1, P1/P1 (displacement / pressure formulation)

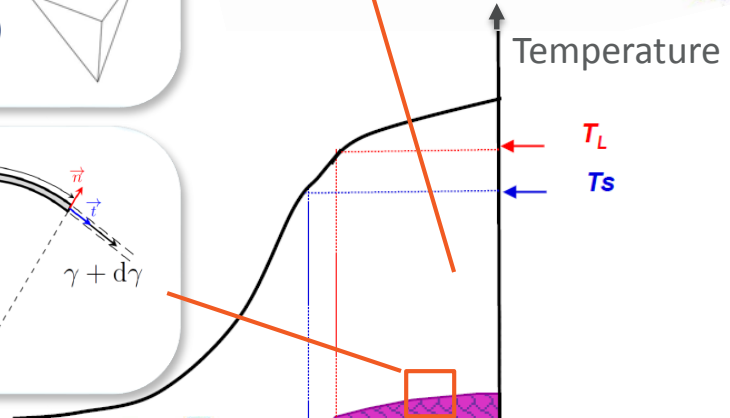


Surface tension



Temperature

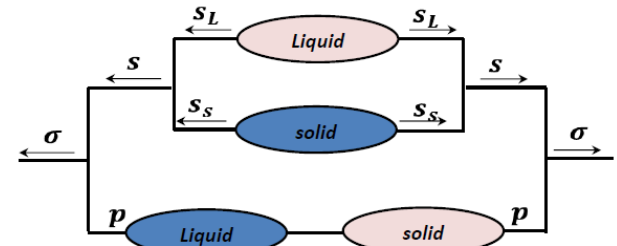
T_L
 T_s



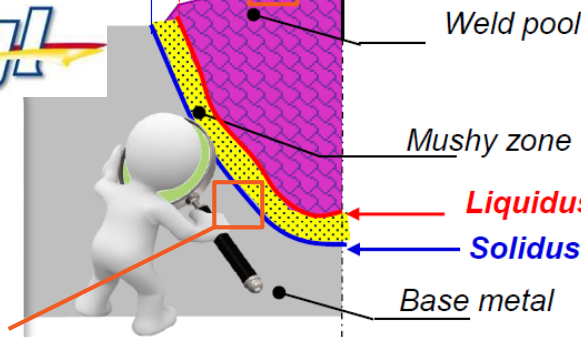
Behavior Law⁽¹⁾:



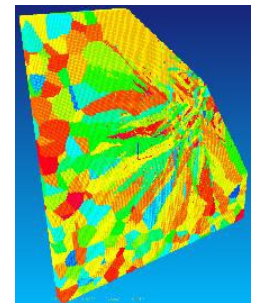
- Newtonian fluid in liquid state ($T > T_L$)
- Elasto-viso-plastic behavior in solid state ($T < T_s$) with mixed isotropic/kinematic hardening
- Mixed law in Mushy zone



Microstructure evolution during solidification⁽²⁾ (CA-FE model / Hunt's CET model)

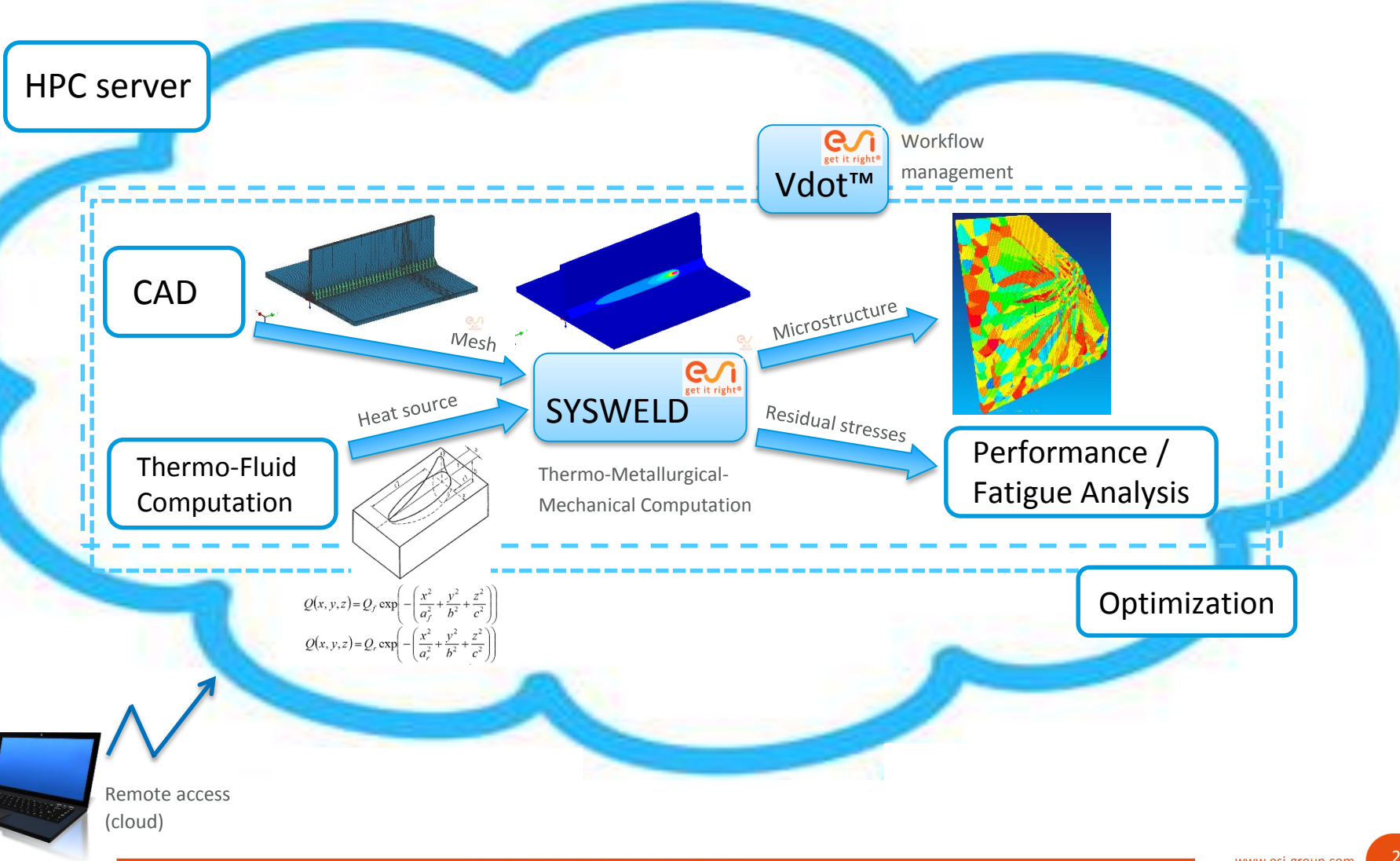


Non-Destructive Inspection



(1) H. Sallem, E. Feulvarch, H. Amin-El-Sayed, B. Souloumiac, J.-B. Leblond, J. Michel Bergheau, Recent advances in residual stress simulation caused by the welding process, in: Int. Conf. Comput. Plast. Fundam. Appl. COMPLAS XIII, Barcelone, Spain, 2015: pp. 1-12.
 (2) T. Billotte *et al.*, Caractérisation microscopiques pour la simulation des structures soudées par chaînage SYSWELD / Automate Cellulaire, 14^{ème} colloque du GST SNS, Paris, 2016

Integration of ESI products in a remote software chain dedicated to numerical simulation of welding



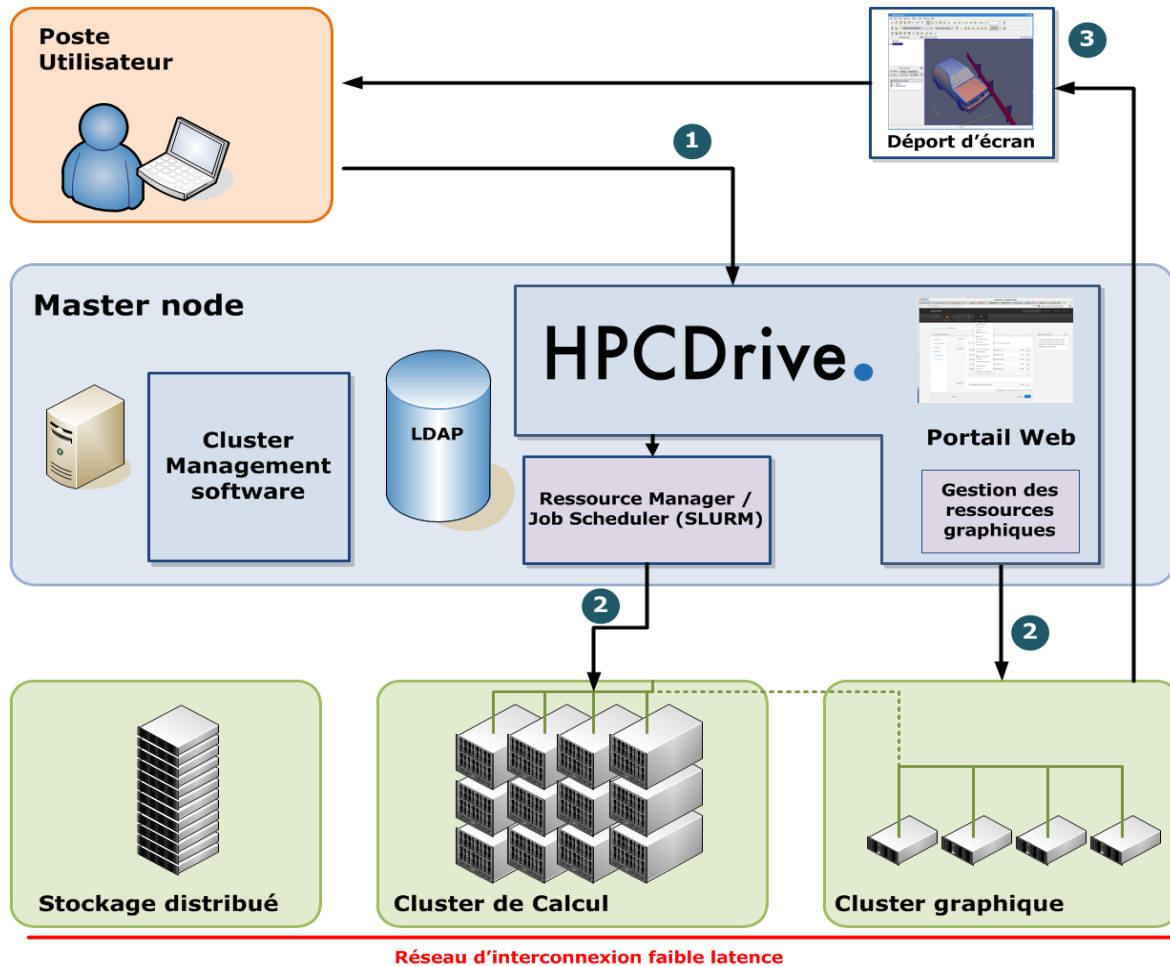


FUI – MUSICAS
PLATEFORME COLLABORATIVE DE SIMULATION

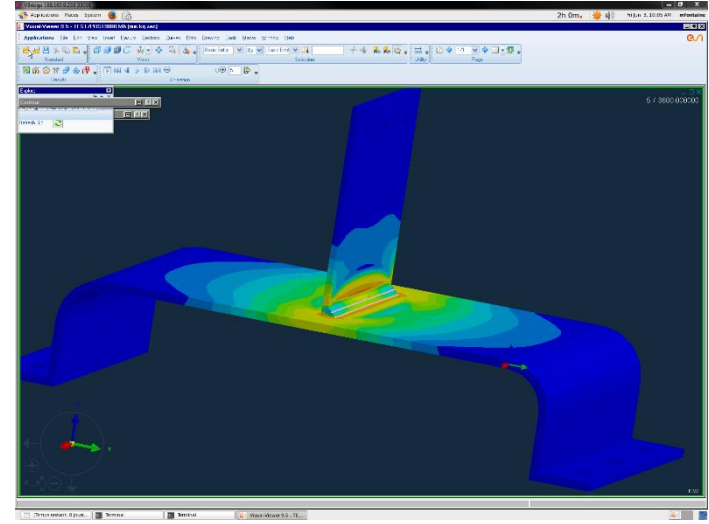
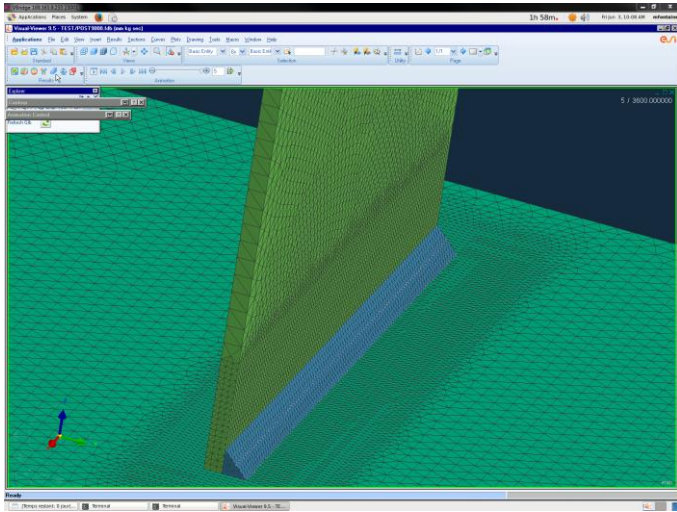
B. DIASSE, M. DREANO



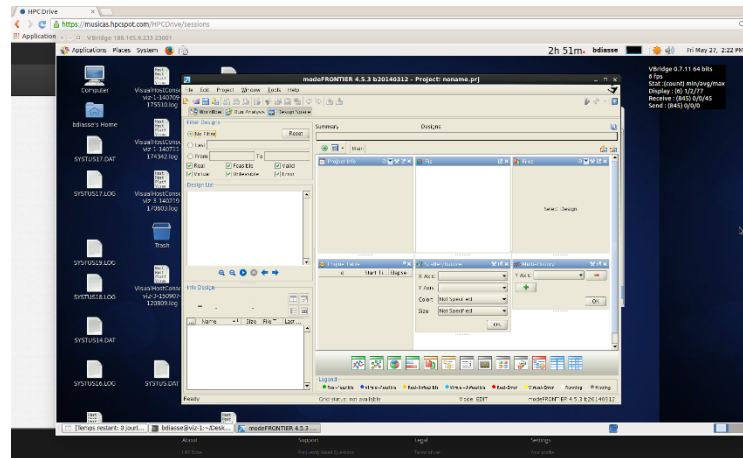
Fonctionnement de la plateforme MUSICAS



Exemples d'outils logiciels intégrés dans la plateforme MUSICAS



- SYSWELD
- Visual-Environment
- modeFRONTIER
- WProcess



3 objectifs : de la CAO à la DDVie, simuler des cas test industriels, une plateforme de simulation collaborative.

- La possibilité de considérer les prédictions par SNS* (texture, état résiduel) au sein d'une chaîne d'outils logiciels comme données pour assurer la qualité des assemblages : contrôlabilité et DDVie. Par exemple, pour améliorer les capacités de prédiction de la tenue en endurance des cordons de soudure via la prise en compte des contraintes résiduelles (cas test industriels de Areva, Renault, PSA).
- La possibilité d'utiliser la SNS* sur la plateforme de simulation MUSICAS avec la simulation de 16 cordons de soudure pour le cas test industriel de Renault.
- De part les nombreux phénomènes physiques mis en jeu dans le soudage, sa simulation et celle de ses effets requiert une pluralité de compétences et autant de spécialistes. L'assemblage des compétences est une véritable réussite de l'initiative MUSICAS. De part la mise en commun de savoir-faire, de méthodologies et l'accès à des outils logiciels, MUSICAS aura permis aux partenaires d'acquérir de nouvelles méthodologies de simulation et d'instrumentation, et de découvrir les capacités et les possibilités d'applications des outils logiciels MUSICAS, ouvrant la perspective de nouvelles utilisations industrielles.

SNS* : *Simulation Numérique du Soudage*

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
T. +33 (0)1 XX XX XX XX | F. +33 (0)1 XX XX XX XX

Direction DEN/DANS
Département DM2S
Service SEMT

Etablissement public à caractère industriel et commercial | R.C.S Paris B 775 685 019