INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES RENNES

Numerical and Experimental Study of Fatigue Strength - Mechanical Stress/Strain Estimations of Thin DP600 Sheets Assembly Using Laser Welding

A. KOUADRI-HENNI[a,b], A. GAVRUS [b], M. COSTACHE[b]

a) INSA Rennes- Equipe de Recherche LS2N, CNRS

b)Université Bretagne Loire, France, INSA Rennes

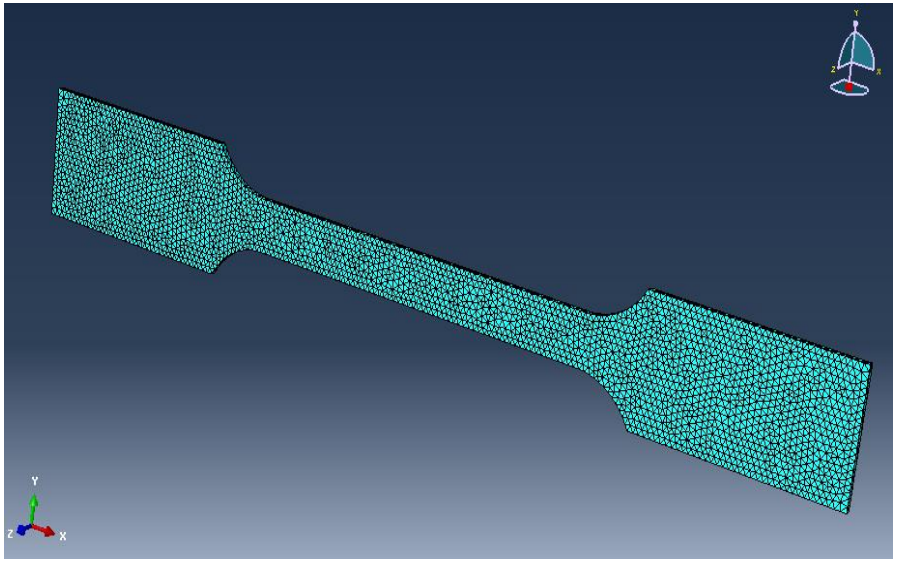
OBJECTIF: approche numérique

• Etudier par une analyse par éléments finis (FEA) pour évaluer la déformation élasto-plastique d'une tôle d'acier DP600 dans des conditions d'essais cycliques.

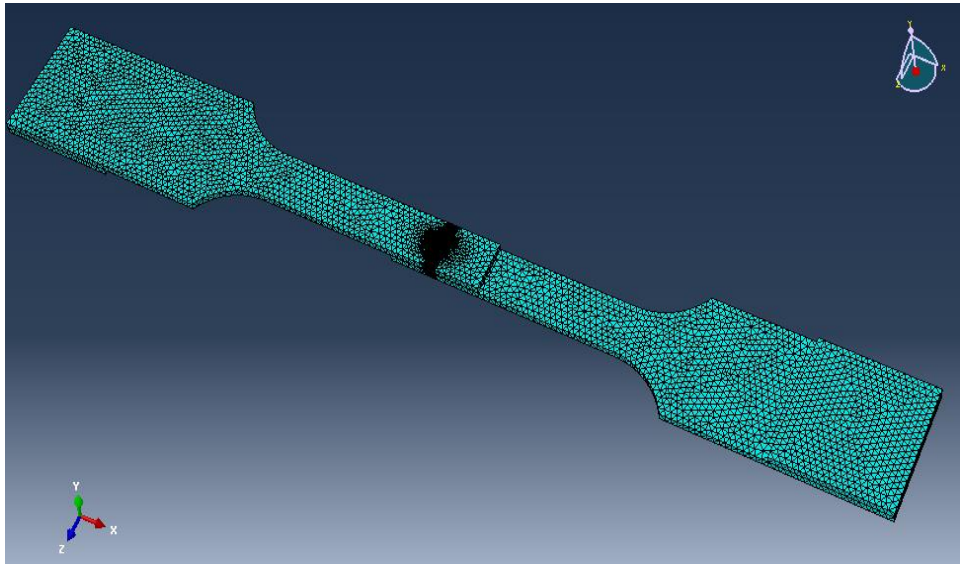
• L'ensemble des propriétés du matériau a été étudié et implémenté dans Abaqus car leur influence est un facteur important pour confirmer les résultats obtenus.

Méthode : comparer trois spécimens

L'objectif est de comprendre les résultats issus de la simulation associés aux conditions de déplacement élevé lors d'une déformation élastique-plastique.



Simulation du métal de base



Simulation de l'assemblage soudé parfait (sans gap) et avec gap

Les trois cas ont été étudiés dans les mêmes conditions

OBJECTIF: approche numérique

Le tableau ci-dessous et la figure présentent les propriétés mécaniques de la tôle d'acier DP600 obtenues :

Tensile Strength, MPa	**600-700**
Yield Strength (min), MPa	330-410
Poisson's ratio	0.3
Young's modulus, MPa	210

Table: Mechanical properties for sheet DP600 steel

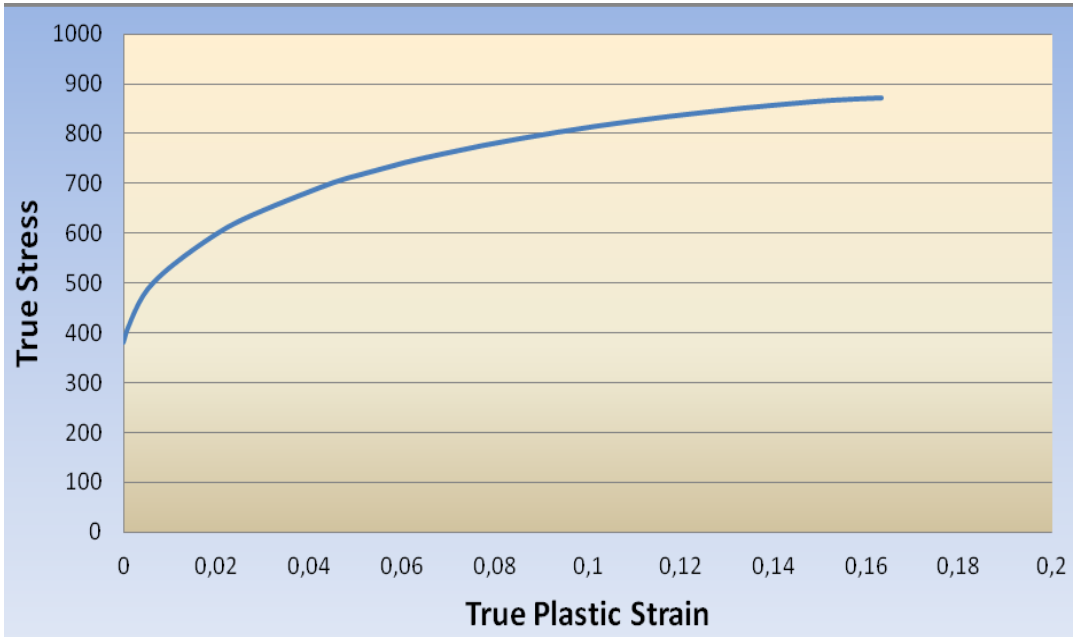
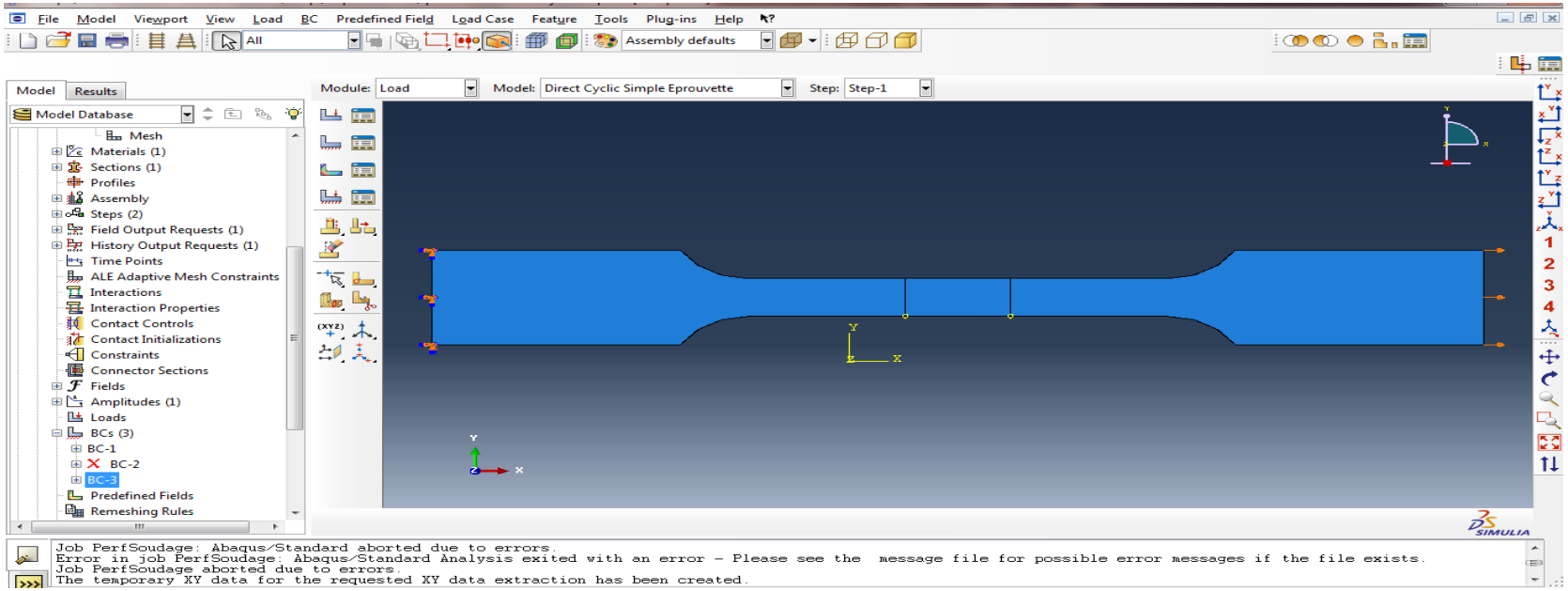


Fig. True Stress – True Plastic Strain curve of DP600 steel

Méthodologie

La méthode d'étude des différents matériaux et des conditions de chargement consistent à modéliser un échantillon d'essai DP600 dans le logiciel Abaqus.



Une partie est encastrée (partie gauche), L'autre extrémité de l'éprouvette est lentement tendue pour simuler le déplacement et donc avoir l'évolution de la courbe contrainte-déformation du métal DP600 (partie droite). .

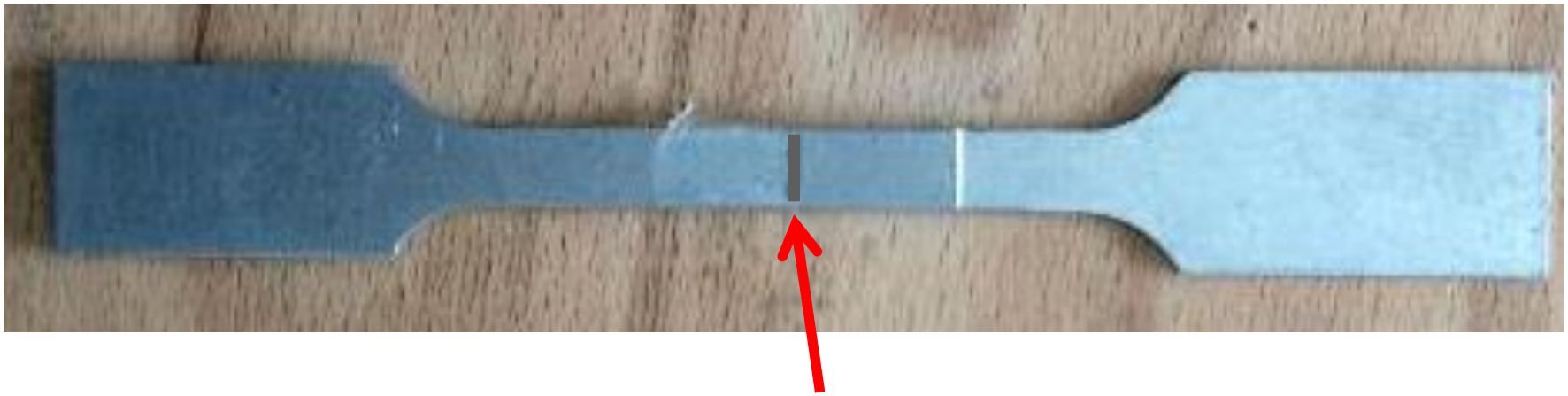
METHODOLOGIE

TROIS CAS ONT ÉTÉ CHOISIS

1. Le métal de base : acier DP600

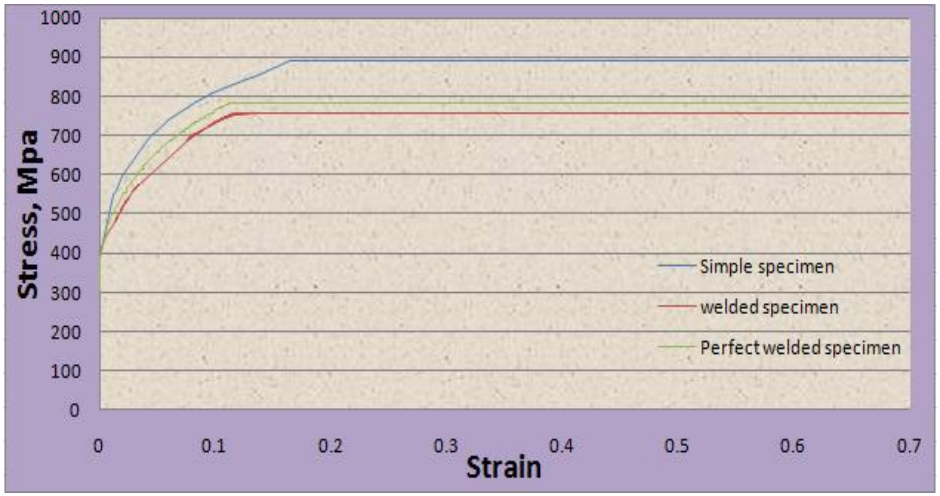
2. Un assemblage soudé **sans jeu** entre les deux tôles, appelé **«spécimen parfait»**

3. Un assemblage soudé avec **un** gap entre les deux tôles, **appelé spécimen réel**

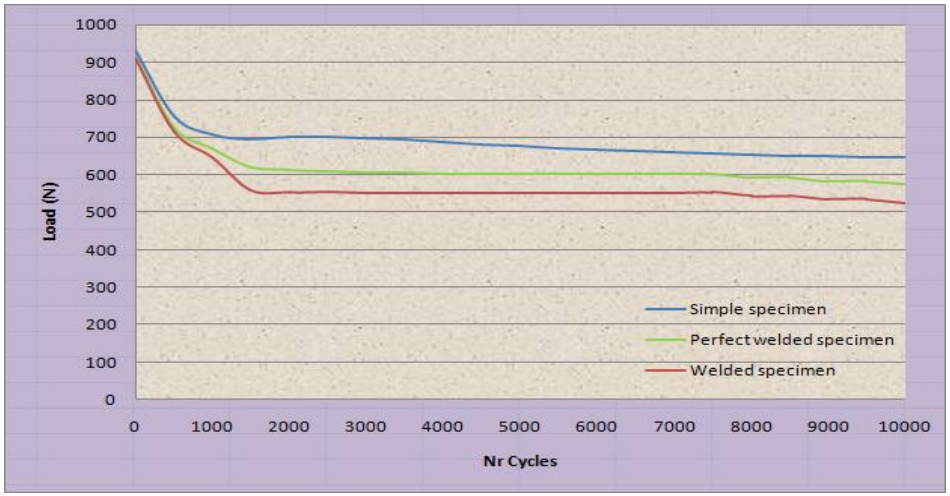


Soudage par recouvrement

Analyse de la fatigue à faible cycle : Le nombre de cycle choisi est de 10^5 cycles



Comparison of Stress-Strain curve for all three specimens



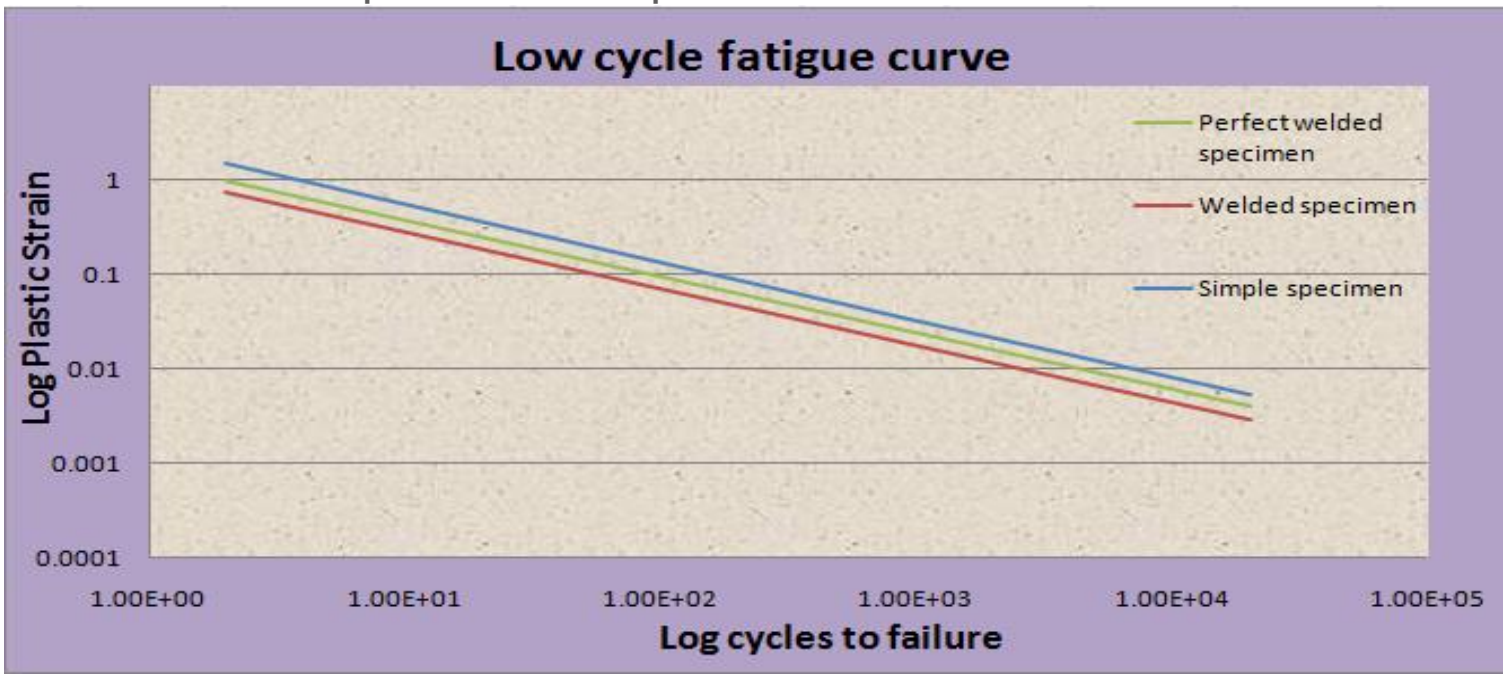
Comparison of Load-Life curve of all three specimens

Les résultats sont conformes en fin de cycle

1. Le métal de base présente la charge la plus élevée: 700 N
2. L'assemblage «sans gap » une charge plus faible que le MB: 600 N
3. L'assemblage avec gap qui présente la charge la plus faible: 550 N

COMPORTEMENT A LA FATIGUE

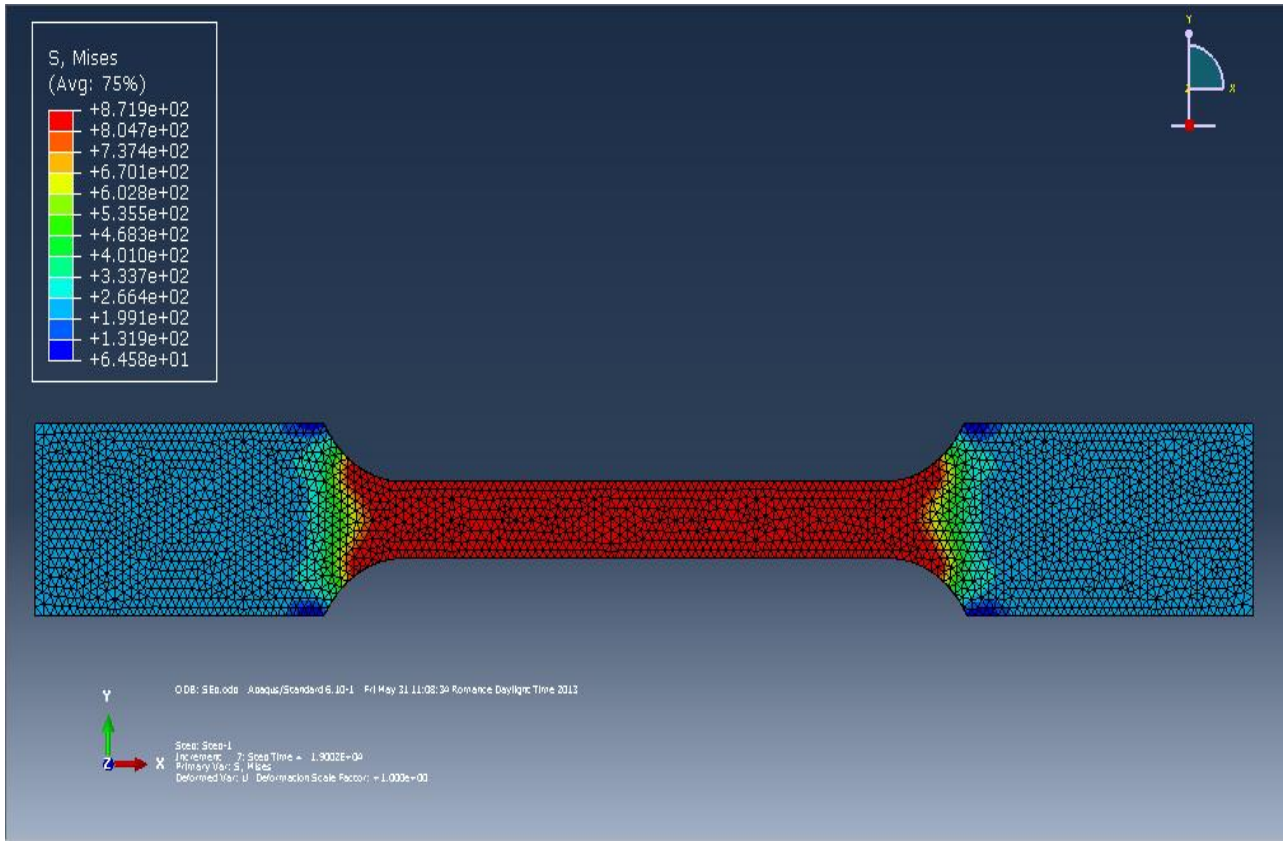
La figure ci-dessous montre que le comportement à la fatigue présente les mêmes évolutions, mais que les valeurs pour les éprouvettes soudées sont inférieures à celles de l'éprouvette simple.



Low cycle fatigue curve for all three specimens

Le soudage conduit bien à une faiblesse mécanique en particulier en mode cyclique

Contrainte de Von Mises en fin de cycle

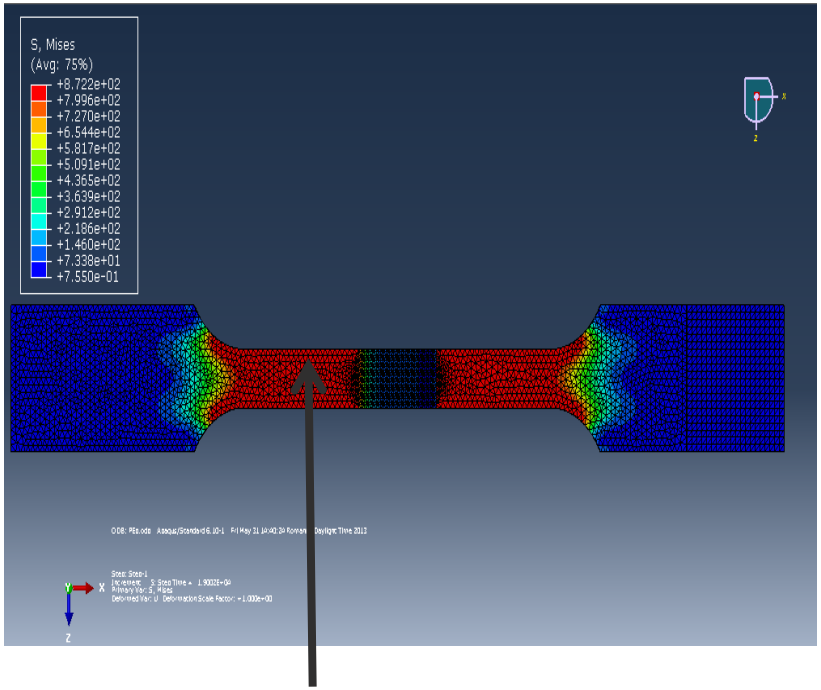


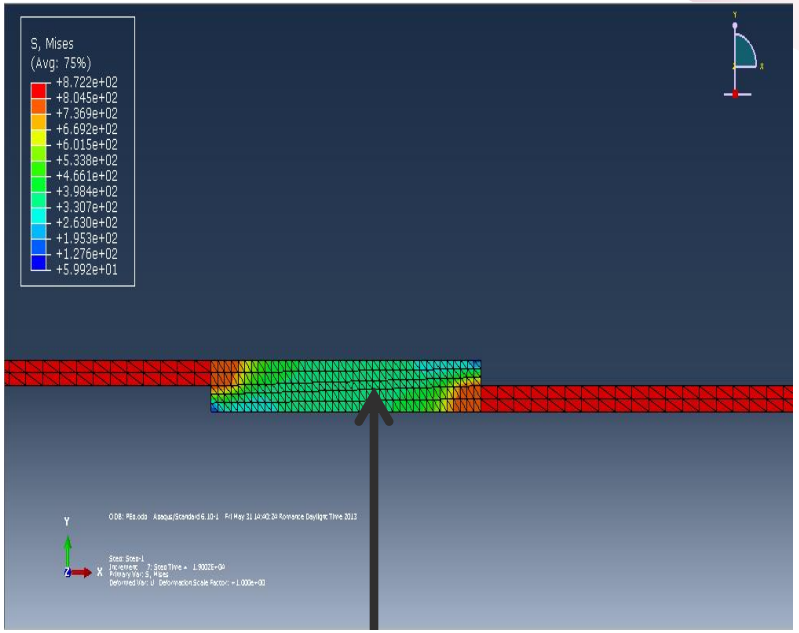
Von Mises Stress at the end of cyclic tensile test for simple specimen

872 MPa

Contrainte maximale sur l'ensemble de la surface utile de l'éprouvette d'environ 872 MPa

CAS DU SPECIMEN « PARFAIT » sans gap



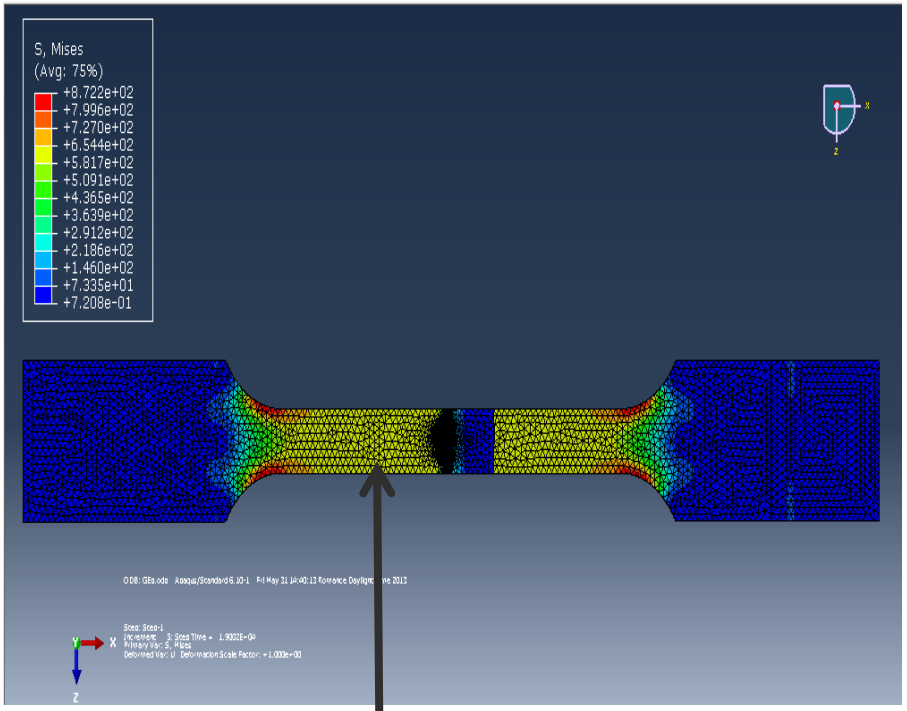


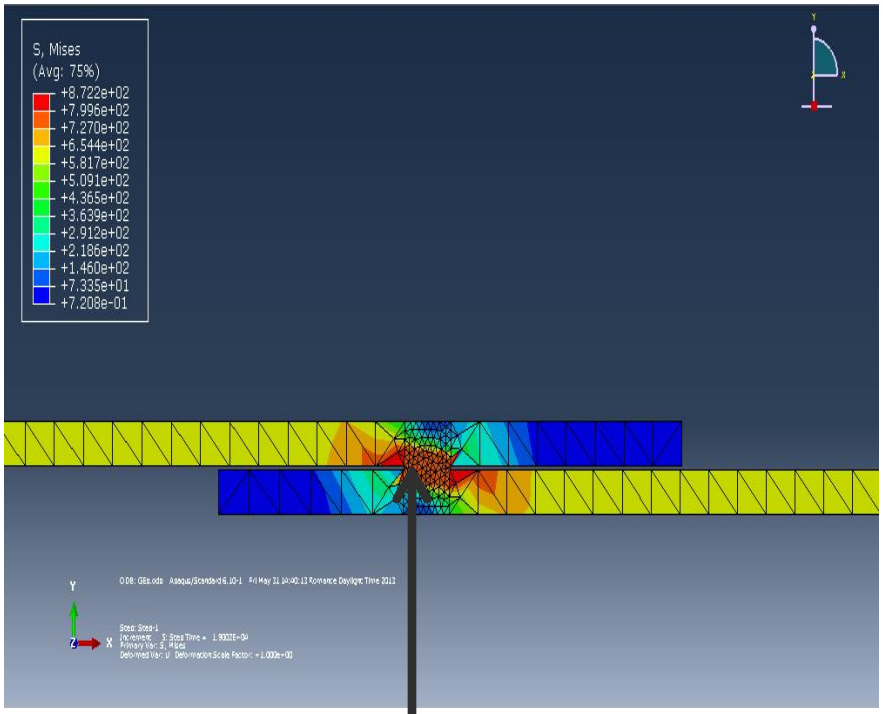
Von Mises Stress at the end of cyclic tensile test for welded specimen (with Gap):

a) entire area, **b) fusion zone (FZ)**

872 MPa **520 MPa**

CAS DU SPECIMEN REEL SOUDE





Von Mises Stress at the end of cyclic tensile test for welded specimen (with Gap):
a) entire area, **b) fusion zone (FZ)**

624 MPa

799 MPa

1. Les résultats en simulation ont montré une réponse selon la configuration réalisée et ceux dans les mêmes conditions d'analyse.

Néanmoins , une étude plus poussée doit être réalisée pour :

1. **Implémenter les différentes propriétés et avec précision les conditions et les conséquences liées aux procédés de soudage**
2. **Mieux comprendre les effets induits (métallurgies, accommodation, dislocations, contraintes résiduelles….etc)**
3. **Faire des essais expérimentaux pour comparer la simulation et l'experience.**

MERCI