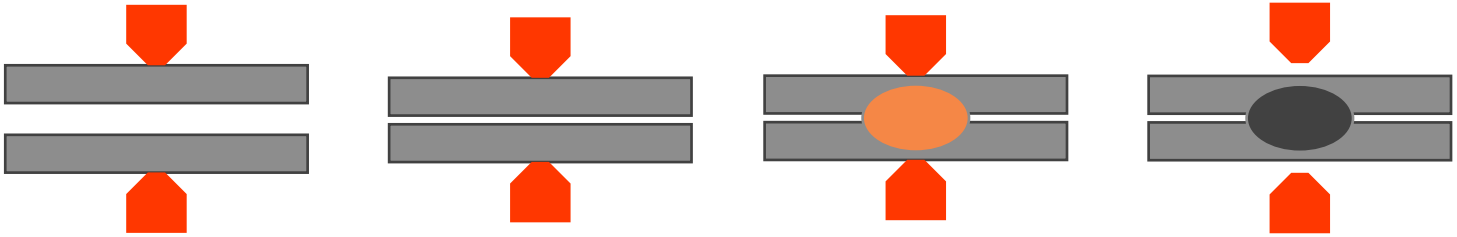
Global Research and Development

Détection d'expulsion de surface via les courbes machines

Tuteur– Antoine Joumel

Contexte

Le soudage par résistance par point est une méthode d'assemblage par recouvrement. La soudure est ponctuelle et réalisée à l'aide de deux électrodes qui viennent de part et d'autre serrer l'assemblage avant de transmettre un courant. Ce courant, par effet Joule ($Q = Ri^2t$), échauffe la matière, la fait fondre et crée une soudure.



Dans certains cas, lorsqu'il y a une combinaison de défauts de paramétrisation de la machine (courant trop élevé et électrodes non perpendiculaires), du métal fondu peut s'échapper par la surface : c'est une expulsion de surface.

Il s'agit d'un défaut grave dans le milieu automobile qui peut engendrer tout un tas de problème (corrosion, coupure, mauvaise accroche de la peinture…).
Pouvoir détecter leur apparition au moment de la soudure serait un gros avantage.



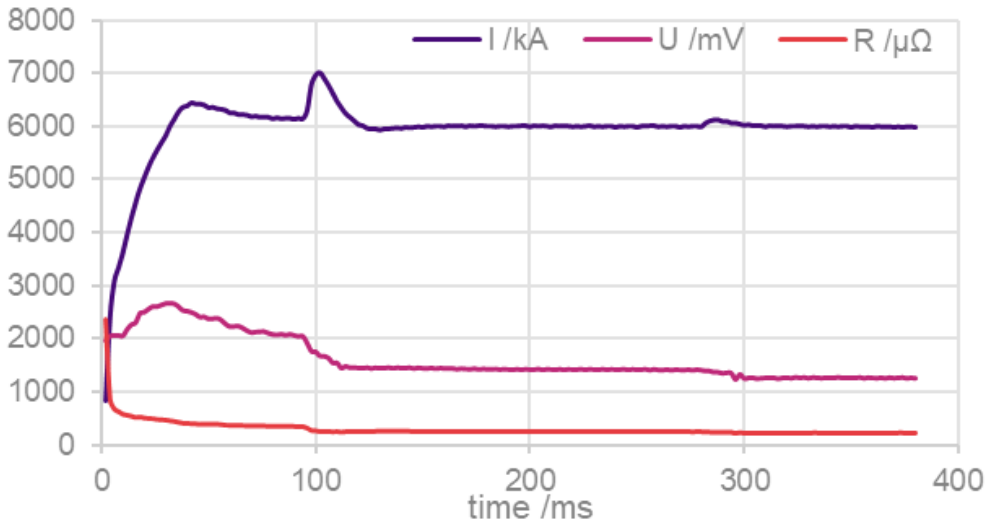
ArcelorMittal

Mission

Après soudage nous avons accès à 4 courbes issues de la machine dont 3 directes :

- La tension $U(t)$,
- Le courant $\mathrm{I}(t)$,
- La force $\mathrm{F}(t)$ appliquée par le vérin pour maintenir les électrodes en place.

On peut également avoir accès de façon indirecte à la résistance de l'assemblage $R(t)$ via la formule $R(t) = \frac{U(t)}{I(t)}$.



Attention, un autre défaut, l'expulsion d'interface, peut également se produire et perturber les courbes.

Le but de cette mission est donc de trouver une relation entre courbe et expulsion de surface.

Données mises à disposition

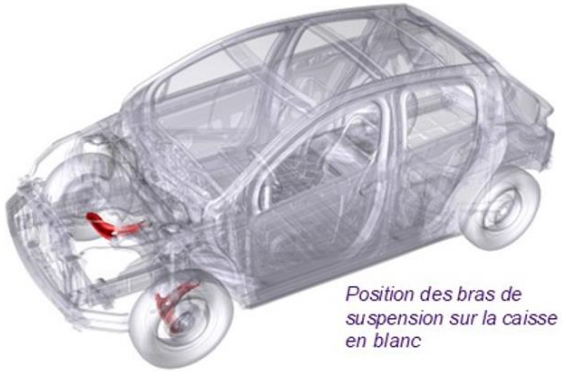
Pour le challenge, vous aurez accès aux courbes, à un Excel indiquant s'il y a eu expulsion de surface ou pas ainsi qu'à une visite du laboratoire pour voir la machine et les essais qui ont fournis ces courbes.

ArcelorMittal

Global Research and Development

Calculs sur bras de suspension

Tuteur - Yves Drouadaine



Position des bras de suspension sur la caisse en blanc



Design d'un bras de suspension

Travail proposé

Le bras de suspension est un élément clé du châssis automobile, assurant la liaison entre la roue et la structure du véhicule tout en transmettant les efforts mécaniques.

Ce sujet propose d'analyser et dimensionner un bras de suspension, en tenant compte des sollicitations réelles en service.
L'objectif est de comprendre le comportement mécanique de la pièce et de proposer des pistes d'amélioration en termes de résistance, rigidité et allègement.

Données mises à disposition

- Design de bras de suspension
- Propriétés matériaux
- Cahier des charges
- Contraintes de fabrication

Ce travail implique

- Optimisation CAE
- CAO

ArcelorMittal

Optimisation d'un profilé pour la résistance au crash

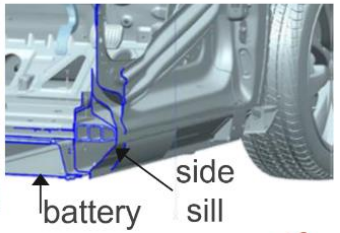
Tuteur - Vincent Lafilé

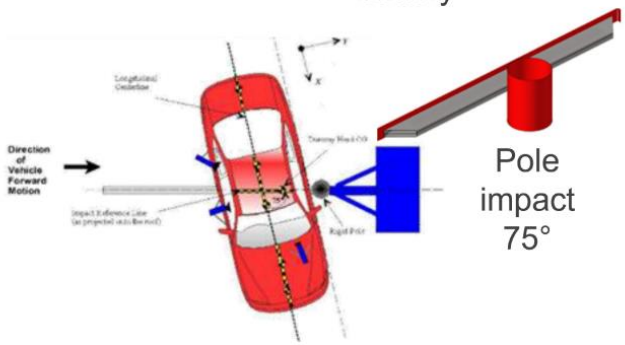
Travail proposé :

Le profilage est un procédé de mise en forme par pliage continu.
Ce procédé peu coûteux est utilisé, entre autres, pour la réalisation de pièces automobiles en acier de haute résistance mécanique. Dans les véhicules électriques, il permet de réaliser des renforts de bas de caisse pour augmenter la résistance en cas de choc latéral afin d'éviter la détérioration de la batterie.

Le sujet proposé est l'optimisation de la géométrie d'un profilé pour limiter l'intrusion en cas de choc latéral. La géométrie doit être compatible avec le procédé de profilage et peut comporter du soudage en ligne pour créer un profile fermé.







Données mises à disposition :

- Contraintes géométriques
- Données matière
- Définition du cas de charge

Ce travail implique :

- Résistance des matériaux
- CAO
- Simulation numérique

ArcelorMittal

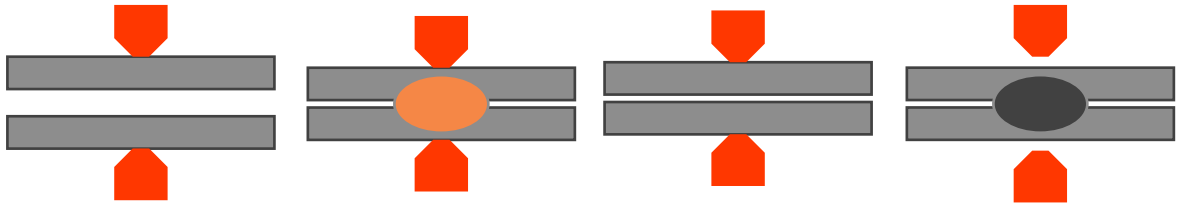
Global Research and Development

Support universel

Tuteur – Antoine Joumel

Contexte

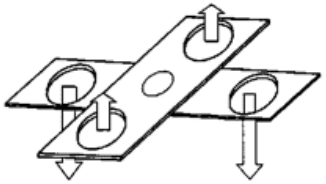
Le soudage par résistance par point est une méthode d'assemblage par recouvrement. La soudure est ponctuelle et réalisée à l'aide de deux électrodes qui viennent de part et d'autre serrer l'assemblage.
La soudure est centrale sur l'échantillon :



Pour caractériser la tenue mécanique d'un point soudé nous avons deux types d'échantillons :

- Le TSS pour le cisaillement ;
- Le CTS pour l'arrachement.





Les échantillons à assembler ont les dimensions suivantes :

- 30x100mm / 38x125mm et 50x150mm. Les épaisseurs des échantillons iront de 0.8 à 2mm

Le but de cette demande est de développer un support pour réaliser des TSS et un support pour des CTS qui puissent être ajustés pour chaque dimensions d'échantillons.

⚠ Attention, lors du soudage par résistance nous générons un champ électromagnétique.
Cela interdit donc l'utilisation de l'acier pour le support

ArcelorMittal

Global Research and Development

Post-traitement d'une base de données d'essais d'emboutissage afin de réduire la variabilité dimensionnelle de pièces destinées à l'automobile

Tuteur - Anis Doghri

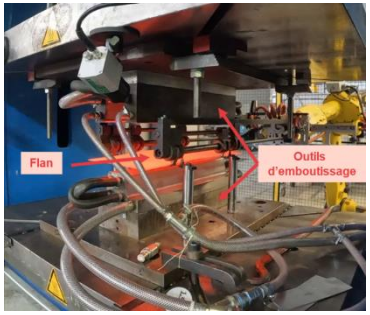
Contexte et problématique :

Le procédé d'emboutissage à chaud (*hot stamping*) est largement utilisé pour la mise en forme des aciers de type PHS (*Press Hardened Steel*), tels que le 22MnB5 (Usibor®1500).
Ce procédé repose sur l'austénitisation du flan à haute température (environ 880–950 °C), suivie d'un transfert rapide vers une presse refroidie permettant une mise en forme et une trempe simultanée, afin d'obtenir une microstructure martensitique.

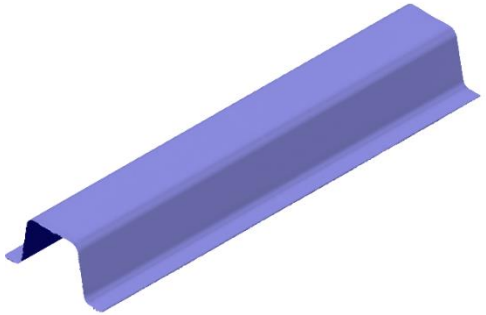
Afin d'étudier en laboratoire ce procédé, on procède à la réalisation « d'*oméga*s ». Ces essais consistent à placer, à l'aide d'un bras robot, une plaque (ou flan) dans un four, puis dans une presse afin d'emboutir cette pièce.

Le flan peut être constitué d'une seule plaque : on parle de *flan monolithique*, ou bien de deux plaques soudées entre elles avec un laser : on parle de *flan rabouté*.
On peut ensuite mesurer le profil de la pièce emboutie. L'objectif est que le profil de la pièce soit le plus lisse possible, par exemple que le haut de la pièce soit le plus plan possible. Dans certaines conditions, les pièces ne sont pas suffisamment planes, ce qui peut s'avérer rédhibitoire pour le client final.

Le défi est d'étudier une base de données expérimentale afin de mieux comprendre les conditions générant des défauts dimensionnels et de proposer des axes d'amélioration.



Essai emboutissage



Profil d'un "Omega" après emboutissage

ArcelorMittal

Données mises à disposition :

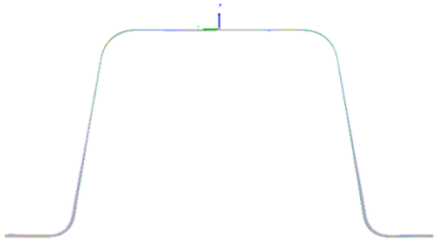
Base de données d'environ 400 essais.

Paramètres d'entrées :

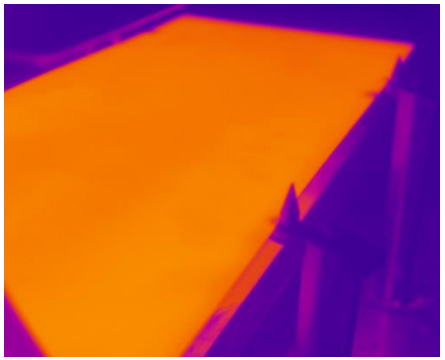
- Type de flan : monolithique ou rabouté
- Grade du/des matériau(x)
- Epaisseur du/des flan(s)
- Orientation du flan
- Propriétés physiques des matériaux : rhéologie, transformations métallurgique, plasticité de transformation

Mesures expérimentales :

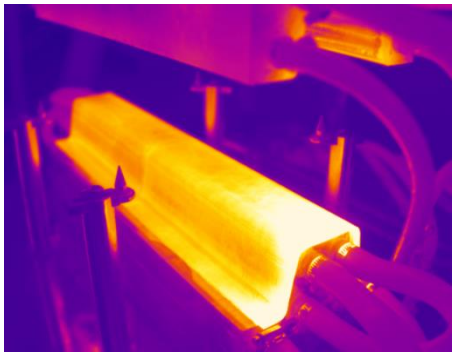
- Fichier *stl* de l'oméga scanné après emboutissage



- Vidéos de pyrométrie (mesures de la température de la pièce)



Avant emboutissage



Après emboutissage

Démarche proposée

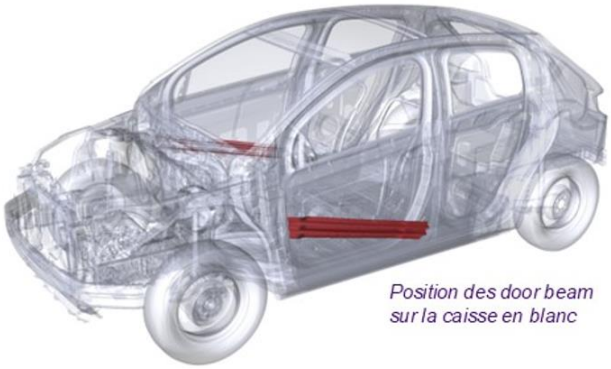
- Développer un moyen de lecture des fichiers stl (par exemple en Python).
- A partir des vidéos de pyrométrie, extraire des indicateurs thermiques (écarts de températures, profils thermiques, hétérogénéités, etc).
- Proposer un modèle (*machine learning* ou autre) liant les données d'entrées avec les mesures expérimentales.
- Avec les ingénieurs d'ArcelorMittal, définir des leviers d'amélioration du process.

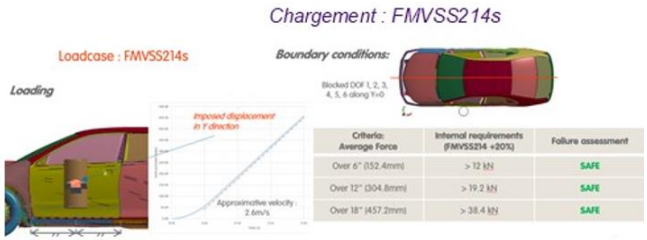
ArcelorMittal

Global Research and Development

Optimisation d'une Door Beam

Tuteur - Yves Drouadaine





Travail proposé

Dans le cadre des exigences croissantes en matière de sécurité automobile, les structures de protection latérale jouent un rôle clé lors des collisions.

Ce sujet propose d'optimiser une « door beam » (renfort de porte) afin de répondre au standard de sécurité FMVSS 214s, relatif aux impacts latéraux.

L'objectif est de proposer une solution innovante, permettant d'améliorer les performances en absorption d'énergie/résistance, tout en minimisant la masse et en tenant compte des contraintes de fabrication.

Données mises à disposition

- Design de door beam
- Propriétés matériaux
- Cahier des charges
- Contraintes de fabrication
- Impacteur/conditions de test.

Ce travail implique

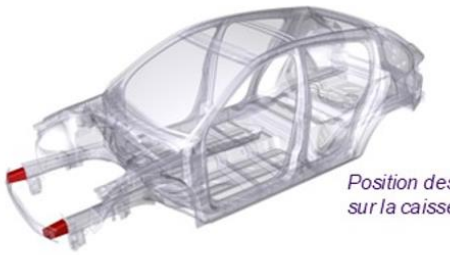
- Optimisation CAE
- CAO

ArcelorMittal

Global Research and Development

Design d'une Crash Box

Tuteur - Yves Drouadaine

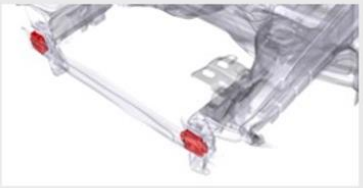


Position des crash box sur la caisse en blanc



Crash box avant impact frontal

Crash box après impact frontal



Travail proposé

Dans le cadre de la sécurité automobile, les structures d'absorption d'énergie jouent un rôle essentiel lors des collisions frontales.

Ce sujet propose de concevoir et optimiser une crash box, composant situé entre le longeron et le pare-chocs, destiné à absorber l'énergie lors d'un impact à basse et moyenne vitesse.
L'objectif est de développer un concept innovant permettant de maximiser l'absorption d'énergie, tout en contrôlant les modes de déformation et en minimisant la masse, avec des contraintes de fabrication réalistes.

Données mises à disposition

- Environnement de la crash box
- Propriétés matériaux
- Cahier des charges
- Contraintes de fabrication

Ce travail implique

- Optimisation CAE + Analyse mécanique
- CAO

ArcelorMittal

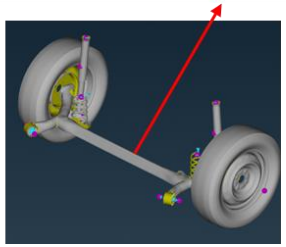
Global Research and Development

Simulation du procédé Hot Metal Gas Forming (HMGF) pour la fabrication d'un essieu arrière automobile

Tuteur - Hao Liu

Essieu arrière automobile



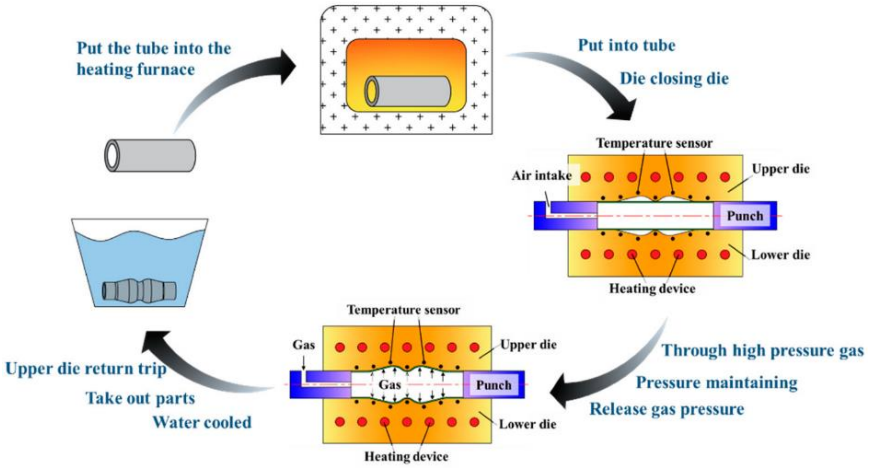


Travail proposé :

Le Hot Metal Gas Forming (HMGF) est un procédé innovant de mise en forme de tubes, qui requiert une maîtrise avancée des interactions thermomécaniques afin de garantir l'obtention de pièces de qualité optimale (voir Figure 1). La simulation joue un rôle clé pour comprendre et améliorer ces phénomènes complexes.

L'objectif de ce projet est de :

- Modéliser le procédé HMGF pour la fabrication d'un essieu arrière automobile à l'aide d'outils de simulation (Abaqus, LS-DYNA, COMSOL).
- Intégrer le couplage thermo-mécanique afin d'analyser le comportement des matériaux.
- Rechercher et proposer des solutions pour intégrer les transferts thermiques et optimiser la qualité des pièces obtenues.



Ce travail implique :

La maîtrise de la modélisation numérique, l'analyse des résultats de simulation, ainsi que l'optimisation des paramètres thermiques et mécaniques.

Il faut également être capable de comparer différentes approches de simulation et de formuler des recommandations pour améliorer le procédé.

Pré-requis :

Connaissances solides en métallurgie, Connaissances en simulation numérique et utilisation de logiciels de simulation, bases en thermique et mécanique des matériaux.

[1] Xu *et al*. "Effect of hot metal gas forming process on formability and microstructure of 6063 aluminum alloy double wave tube." *Materials* 16.3 (2023): 1152.

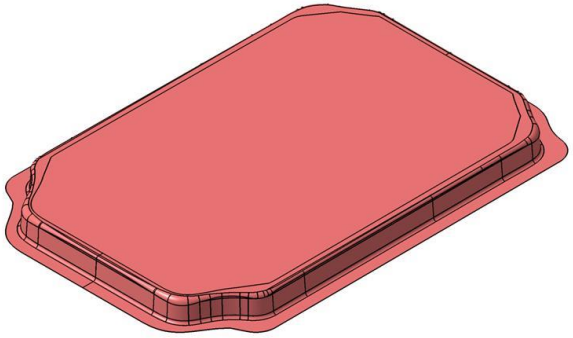
ArcelorMittal

Global Research and Development

Simulation numérique d'un refroidissement local de la température en emboutissage à chaud

Tuteur – Anass Krit

Travail proposé



Les aciers à haute résistance mécanique sont largement utilisés dans l'industrie automobile pour alléger les véhicules tout en assurant une bonne résistance au crash.

Le procédé d'emboutissage à chaud permet de former des pièces complexes à chaud, puis de les tremper dans l'outil afin d'obtenir une très grande résistance mécanique.

Cependant, certaines formes complexes restent difficiles à former à cause de défauts comme l'amincissement localisé, les plis et/ou la rupture.

Dans ce contexte, le contrôle de la température pendant le formage permet d'améliorer la formabilité des pièces embouties à chaud.

L'objectif du projet est d'étudier l'influence d'un refroidissement localisée sur la formabilité des aciers PHS.

Données mises à disposition

- Design d'une pièce
- Propriétés matériaux
- Procédé de fabrication

Ce travail implique

- Simulation thermo-mécanique par méthode des Eléments finis

ArcelorMittal

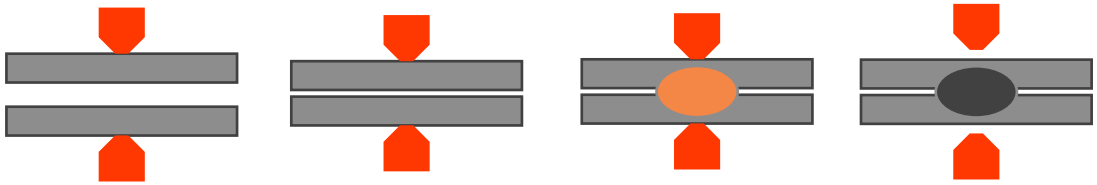
Global Research and Development

Soudage avec jeux

Tuteur – Antoine Joumel

Contexte :

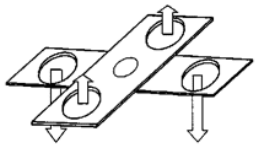
Le soudage par résistance par point est une méthode d'assemblage par recouvrement. La soudure est ponctuelle et réalisée à l'aide de deux électrodes qui viennent de part et d'autre serrer l'assemblage.
Sur ligne d'assemblage, il ne devrait donc naturellement ne pas avoir de jeu car les électrodes viennent appliquer une force pour le réduire.



Pour une raison ou une autre, il peut rester du jeu. Nous aimerions donc caractériser la soudure lorsque celle-ci a été faite avec un jeu de quelques millimètres.
Pour caractériser la tenue mécanique d'un point soudé nous avons deux types d'échantillons :

- Le TSS pour le cisaillement :
- Le CTS pour l'arrachement :





Mission

→ Le but de cette demande est de développer un support pour réaliser des TSS et un support pour des CTS avec un jeu maitrisé.

Les échantillons à assembler ont les dimensions suivantes :

- 30x100mm / 38x125mm et 50x150mm. Les épaisseurs des échantillons iront de 0.8 à 2mm

Voici les objectifs par niveaux de priorité

- P1 : Ces supports doivent permettre de réaliser des soudures avec des jeux de 0.5 / 1 et 2mm. La butée doit se situer à 20mm du centre de la soudure.
- P2 : Un support doit être compatible pour les différentes tailles d'échantillons 30x100mm / 38x125mm et 50x150mm.

⚠ Attention, lors du soudage par résistance nous générons un champ électromagnétique.
Cela interdit donc l'utilisation de l'acier pour le support

ArcelorMittal

Global Research and Development

Automatisation du déplacement du plateau lors d'essais d'expulsions

Tuteur – Antoine Joumel



Le soudage par résistance par point est une méthode d'assemblage par recouvrement. La soudure est ponctuelle et réalisée à l'aide de deux électrodes qui viennent de part et d'autre serrer l'assemblage avant de transmettre un courant. Ce courant par effet Joule ($Q = Ri^2t$) échauffe la matière, la fait fondre et crée une soudure.



Pour étudier l'effet d'un mauvais alignement des électrodes et les défauts générés (exemple ci-joint), nous avons mis au point une table de soudage. Cette table est constituée d'un châssis, de deux vérins pour maitriser la hauteur et l'angle

Durant les essais, nous réalisons des lignes de 11 points soudés. Le technicien suit donc la procédure suivante :

- *Se positionne à 25mm du bord de la plaque*
- *Appuie sur la télécommande pour activer la soudeuse et souder*
- *Déplace le plateau de 25mm*
- *Appuie sur la télécommande pour activer la soudeuse et souder*
- *…*

C'est un travail très répétitif qui peut engendrer des TMS (troubles musculosquelettiques).
Le but de cette mission est donc de développer un système automatisé.

ArcelorMittal