

Département génie mécanique	ISET DE SOUSSE	Procédés de Mise en forme
Niveau : PL2 SEMESTRE 2	TP n° 5 Soudage des plastiques	Durée : 3 h

DOCUMENTS RESSOURCES :

- **ANNEXE 1 : PRÉCIS MATIÈRES PLASTIQUES: STRUCTURES PROPRIÉTÉS, MISE EN ŒUVRE, ET NORMALISATION »**
- **VOIR LES VIDEOS (SITE) :** https://www.youtube.com/watch?v=AXF7J6J-CWI&list=PLVDWNPZXU-OgDN55S_EXHL9D1GMSLNH4B&index=8

I. INTRODUCTION

Lorsque deux pièces en matières thermoplastiques sont chauffées et serrées l'une contre l'autre, la diffusion de particule de l'une vers l'autre et l'enchevêtrement des macromolécules entraînent un soudage après le refroidissement.

Au moment du soudage, les bords à assembler et la baguette sont chauffés localement au moyen d'un jet d'air chaud soufflé par un chalumeau spécial (fig. 1 et 2). Une légère pression axiale doit être exercée sur la baguette pour faciliter la formation du cordon de soudure.

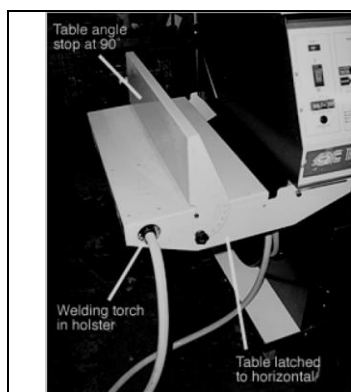
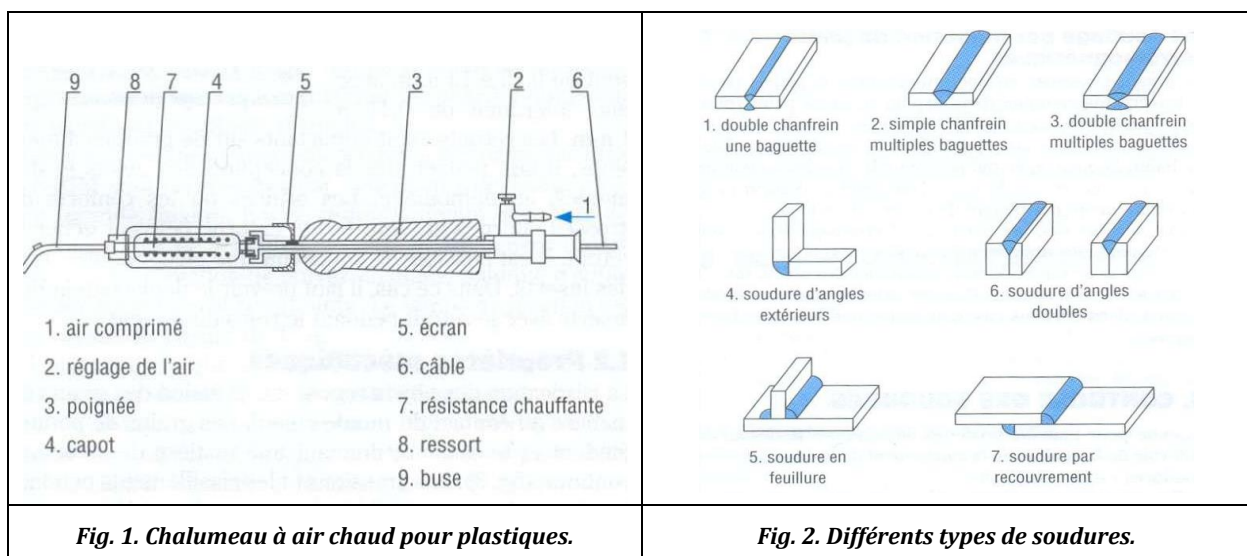


Fig. 3 Poste de soudage

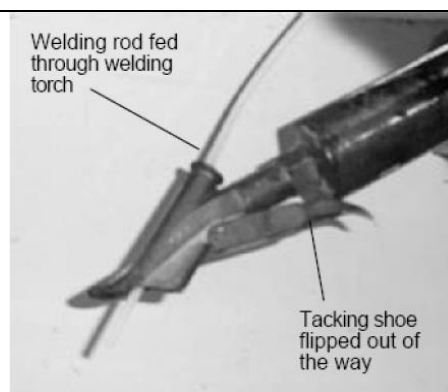


Figure 4 - Le chalumeau à air chaud pour plastique avec la tige de la matière d'apport.

(Document réponse)^{TP5} Soudage des plastiques

NOMS ET PRÉNOMS :

→ APERCU THEORIQUE

1. Quelles sont les principaux composants des chalumeaux à air chaud ?

.....

2. Sur cette machine de thermoformage 911, comment on va chauffer les matériaux à souder ?

3. Quelle est la différence entre le Soudage guidé et pendulaire (faire deux schémas);

.....

4. Définir les différents types de soudure (par un schéma) ;

.....

5. Compléter le tableau suivant :

<i>Défauts</i>	<i>Causes</i>
<i>Absence de bourrelet sur les bords</i>	
<i>Manque matière au début de cordon</i>	
<i>Bords chanfrein dégradés de part et d'autre de cordon</i>	
<i>Soudage irrégulier</i>	

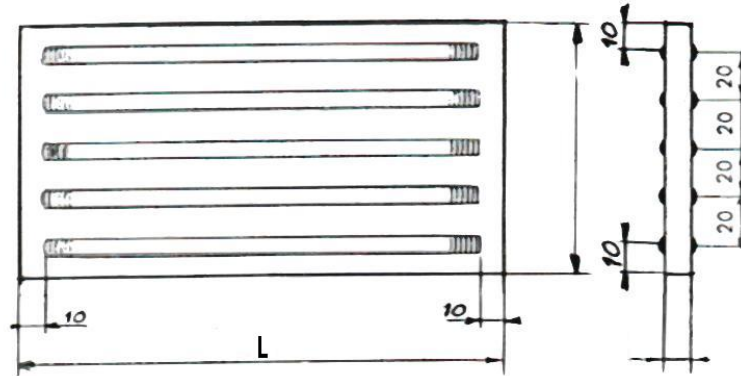
6. Citer les étapes de soudage des pare-chocs (voir mode opératoire en annexe ou la vidéo sur site). Ajouter les étapes de nettoyage ;

<i>n°</i>	<i>Opération</i>	<i>Matériels</i>	<i>n°</i>	<i>Opération</i>	<i>Matériels</i>
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

→ **TRAVAIL EXPERIMENTAL**

PARTIE A

1. Identifier le matériau à souder :
2. A partir des pare-chocs disponibles, découper des baquettes de longueur 12 cm pour soudage (de section 3x3 mm)
3. Réaliser l'opération de **soudage de cordons parallèles sur plaque** selon la figure ci-dessous (chaque étudiant effectue un cordon) :



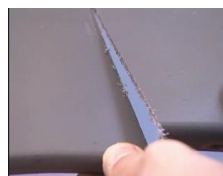
4. Décrire, par une phrase, le produit soudé (Régularité des cordons et parallélismes) ;
.....
.....
5. Présenter les défauts observés sur le produit, citer les causes éventuelles des ces défauts ;
.....
.....
6. Appeler l'enseignant à la fin de tâche.

PARTIE B :

SOUDEGE DE PARE-CHOC DES VOITURES

La plupart des véhicules actuels incluent des éléments fabriqués à partir de toute une gamme de matières plastiques. Les pare-chocs, les calendres, les entourages de phares et même des panneaux de carrosserie permettent aux concepteurs d'améliorer la ligne aérodynamique et l'attrait esthétique tout en conservant la résistance aux chocs et l'élimination de la corrosion.

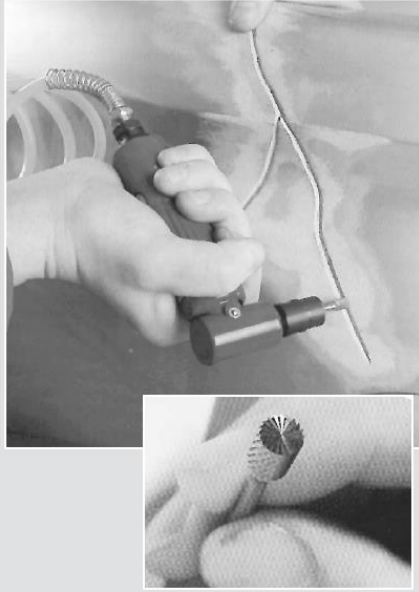

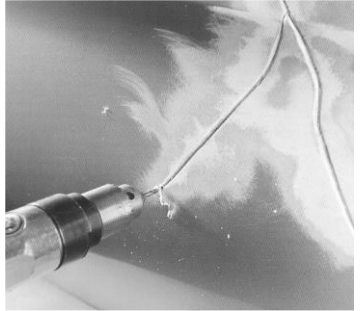
La matière plastique offre la résistance structurale de l'acier grâce à sa grande élasticité. Des impacts peu importants, que pourraient déformer l'acier de façon irréparable, peuvent être absorbés par le plastique. Lorsqu'il est endommagé, il peut être réparé par soudage sans perte de résistance des éléments.



1. Identifier le matériau à souder (Voir identification des matériaux) ;
2. Enlever la peinture (lime ou grattoir) ;
3. Souder le pare-choc en suivant le mode opératoire en annexe ;
4. Appeler l'enseignant à la fin de tâche.

□ **Mode opératoire de soudage du pare-choc**

1. Une rainure en forme de V à angle de 90° devra être fraisée tout le long de la déchirure, rainure déterminante pour la réalisation de la soudure. Enlever la peinture à l'aide d'une lime ou mieux, du grattoir spécialisé.

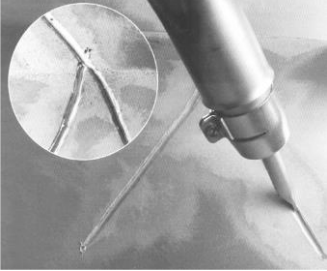

 <p>Le meilleur moyen de réaliser le chanfrein en V, à 90° consiste à utiliser une fraise frontale de diamètre 5.5 mm. La fraise en bout de 5.5 mm est équipée d'un arrêt de coupe sur la surface extérieure et sur le front.</p>	 <p>Décaper la peinture autour de la cassure pour assurer un support propre (Grattoir ou lime).</p>  <p>Forer chaque extrémité de déchirure afin d'éviter son extension (chignole).</p>
<p>Fig. 1 - Rainurage et perçage.</p>	

2. Prévention des déchirures

- ✓ Après dépose des garnitures, supprimer tout risque d'extension ultérieure des déchirures en perçant à chaque extrémité un trou de diamètre 3 mm.

3. Pointage

- ✓ Le processus de soudage se fait en 2 temps. Tout d'abord, le fond du chanfrein, tout le long de la déchirure, est agrafé à l'aide de la buse de pointage. Sous l'effet de l'air chaud et de celle-ci, les 2 côtés de la déchirure sont rattachés et les 2 parties de la pièce sont donc fixées dans leur plan.
- ✓ Le pointage se fait donc à l'aide de la buse, qui sera montée par friction.

 <p>L'agrafage linéaire avec la buse de pointage 28 permet de réunir et réaligner les parties cassées de l'élément à réparer avant le soudage proprement dit.</p>	 <p>Pour un renfort supplémentaire de la soudure il est possible d'ajouter une soudure par bande à l'arrière.</p>
<p>Fig. 2 Pointage.</p>	<p>Fig. 3 Soudage de renfort par bande à l'arrière.</p>

4. Soudage

- ✓ Identifier le plastique à souder et de choisir la baguette d'apport correspondante.
- ✓ Ensuite 3 points sont à observer: Choix de la température juste - Vitesse de soudage constante - Pression constante.
- ✓ Soudage guidé ou **soudage Pendulaire**.

<p>Extrémité taillée en biseau.</p>	
<p>Les baguettes d'apport doivent être biseautées pour permettre un remplissage progressif et complet du début de chanfrein. La technique de soudage des plastiques est plus facile à apprendre que celle du soudage des métaux traditionnels. La base de la buse rapide est parallèle à la surface de la pièce et la pression doit s'exercer seulement sur la baguette, et non pas sur le chalumeau et la buse.</p>	
<p>La baguette après soudage doit dépasser légèrement au dessus de la surface de la pièce et être lisse.</p>	
<p>Fig. 4 Soudage.</p>	

5. Arasage des soudures

- ✓ Une soudure réussie présente sur tout son long et de chaque côté, un léger bourrelet plat et régulier. Il faut attendre que la soudure soit refroidie avant toute intervention de ponçage. Des soudures encore chaudes encrasseraient les disques. Prévoir une zone de 7 à 10 cm autour de la zone de soudure pour les enduits et la peinture.

<p>L'arasage de la soudure devra être fait aux disques n° 120 puis 180 et pour finir 320 afin d'obtenir un beau fini. On peut aller encore plus loin si on le veut jusqu'au poli parfait avec du papier abrasif encore plus fin.</p>	<p>Peindre la pièce toute entière afin de rendre la réparation invisible. N'employer que des systèmes de peinture recommandée.</p>
<p>Fig. 5 Arasage.</p>	<p>Fig. 6 Peinture.</p>

6. Peinture des matières plastiques

- ✓ La préparation de surface : utilisation d'un papier abrasif très fin, suivie d'un nettoyage complet, essentiel pour obtenir une **bonne adhérence** de la peinture et éventuellement du primaire d'accrochage. Les agents nettoyants doivent aussi être compatibles avec le système de peinture recommandé.
- ✓ Un élément plastique réparé devra être entièrement repeint, afin que la réparation soit complètement invisible.

Vérifier que l'élément fini est solide que l'original
et offre un fini esthétique irréprochable.





Annexe 2

LES DIFFÉRENTS TYPES DE SOUDAGE DES PLASTIQUES

- **Le soudage à l'air chaud :**
 - Un flux d'air chaud est dirigé vers les bord à souder. En cas de besoin d'un produit d'apport, celui-ci est apporté dans le bain de fusion manuellement (baguette d'apport). Ce procédé s'apparente un peu au soudage au chalumeau.
- **Le soudage par friction :**
 - Les bords des pièces à souder sont maintenus pressés l'un contre l'autre et mis en mouvement jusqu'à ce que le frottement provoque la fusion ; les pièces sont alors vivement rapprochées et maintenues en contact jusqu'à solidification.
- **Le soudage au miroir :**
 - Les surfaces à joindre sont pressées, en position quasi définitive, de part et d'autre d'un miroir chauffant (ou lame chauffante) qui les porte à la température de fusion. Le miroir s'escamote et les pièces sont alors rapprochées et maintenues en contact jusqu'à solidification.
- **Le soudage par ultrasons :**
 - Les surfaces à joindre sont pressées par des sonotrodes reliées à un transducteur d'ultrasons. Les vibrations ultrasoniques communiquées aux pièces à souder portent l'interface à la température de fusion. Les pièces sont maintenues en contact jusqu'à solidification.
- **Le soudage à hautes fréquences :**
 - Un champ électrostatique à haute fréquence induit des vibrations moléculaires au sein des pièces à souder, ce qui provoque le ramollissement nécessaire des surfaces à joindre qui sont alors pincées l'une sur l'autre.
- **Le soudage laser :**
 - Un faisceau laser est dirigé sur les pièces à souder, dont l'une est obligatoirement transparente pour la longueur d'onde du laser utilisé, l'interface ou l'autre pièce étant obligatoirement opaque. L'énergie ainsi absorbée engendre la chaleur requise pour le soudage.

Defauts de soudage

Le tableau et les photos donnent les causes des défauts de soudage.

Soudage comencé correctement mais trop rapide. L'absence de bourrelets sur les bords indique une vitesse trop grande ou une température trop basse ou les deux.	
Le chalumeau n'avait pas encore atteint sa température de soudage (trou au départ) ou la passe a été arrêtée trop tôt (trou à la fin).	
Le chanfrein était trop large ou trop profond, la baguette, surtout sur les côtés, est trop enfoncée.	
La température de soudage était trop haute et a provoqué un cloquage au niveau des bourrelets. La parti réparée peut être cassante.	

Defauts de soudures et causes

Bourrelet discontinu ou mauvaise liaison <ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise préparation de la surface ou du chanfrein. • Vitesse de soudage trop grande ou Température trop basse, ou-on a essayé de souder 2 matériaux différents ensemble, ou-manqu de technique. 	Soudure irrégulière <ul style="list-style-type: none"> • La baguette d'apport a été distendue; • (trop de traction sur buse rapide ou baguette inclinée vers l'arrière en soudage pendulaire) ou-Pression irrégulière sur la baguette d'apport. 	Defomation de la pièce <ul style="list-style-type: none"> • Surchauffage de la partie à réparer. • Pieces restées sous tension pendant la soudure. • Mauvaise préparation de la partie à souder (Mise en place ou pointage défectueux). 	Soudure brûlée <ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de soudage trop lente ou température trop élevée ou les deux.
---	--	---	---

Soudage pendulaire



Dans les endroits d'accès difficile, on peut aussi souder à la main, par balayage pendulaire, avec la buse normale. On appuie franchement sur la baguette, tenue 80° - 90° par rapport à la pièce et avec le flux d'air chaud, on balaye par un mouvement pendulaire, alternatif et régulier, une partie de baguette et une partie de chanfrein.

Si l'utilisation de la buse rapide s'avère difficile ou impossible en fonction de l'endroit où se situe la déchirure, on soudera selon la méthode dite pendulaire. Le chanfrein et la baguette seront préparés exactement comme décrit plus avant. La baguette sera tenue à 80° - 90° au dessus du début du chanfrein. Avec la buse du chalumeau, nous décrirons au mouvement pendulaire, alternatif et continu, pas nécessairement rapide, de façon à chauffer une petite longueur de baguette et une longueur à peine plus longue de chanfrein. Le balayage du flux d'air chaud sera donc dans le plan vertical et non pas en croix par rapport au chanfrein. Pendant tout ce processus, la main tenant la baguette verticalement, devra exercer sur-ci une pression constante d'environ 2,5 kg (s'exercer avec une baguette sur un plateau de balance). Trois choses sont ici importantes: Un réglage de température précis (c'est facile avec le TRIAC S à réglage électronique de température), une vitesse de soudage uniforme et une pression constante. La vitesse de soudage est commandée par l'épaisseur des matériaux, pièce et baguette, mais les deux doivent être dans le même état de fusion pâteux au moment du soudage. Enduit et finition sont les mêmes qu'après soudage à la buse rapide.

