

	<b>Guide de Directives et de Recommandations</b> <b>Soudure par Air Chaud</b> <b>PE Extrudé</b>	Code	X.00.00034
		Version	03
		Page	1 de 27

Date	2021-09-20	Etat	En vigueur
------	------------	------	------------

Rédacteur	Técnico Ingeniería Maquinaria Miguel Diez, Eduardo	
Vérificateur	Técnico de Calidad Ramos, Ander	
	Responsable Ingeniería Materiales Iriondo, Patxi	
Approbateur	Director de Tecnología Grupo Fdez. De Mendiola, Javier	

Détails de la modification	<p><i>Document mis à jour.</i>    Nouveautés marquées à gauche du paragraphe avec une barre verticale.</p> <p><i>Les infos plus importantes sont ombrées en jaune</i></p>
Annule et remplace	<p>X.00.00034 – v02</p> <p><i>Les recommandations d'ajustement de la machine pour les tubes avec l'épaisseur, la tête et le bouchon réduit sont incluses.</i></p>

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>OBJECTIF</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>PORTEE</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DEFINITIONS - ABREVIATIONS</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>GUIDE RAPIDE DE REGLAGE</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIPTION DES ACTIVITES</b> .....	<b>7</b>
5.1	PRINCIPE DU SYSTEME .....	7
5.2	RECOMMANDATIONS .....	7
5.2.1	<i>Recommandations avant la phase de remplissage des tubes</i> .....	7
5.2.2	<i>Recommandations remplissage/soudage tubes avec produits à forte concentration d'alcool</i> .....	8
5.2.3	<i>Recommandations pour le soudage des tubes avec épaisseur réduite</i> .....	8
5.2.3.1	Alimentation des tubes avec épaisseur réduite et bouchons avec profil bas .....	8
5.2.3.2	Chauffage.....	9
5.2.3.3	Compression .....	10
5.2.4	<i>Recommandations sur les facteurs affectant la soudure lors du remplissage des tubes</i> .....	11
5.2.4.1	Matériau du jupe (corps) du tube .....	11
5.2.4.2	Alimentation du tube.....	11
5.2.4.3	Remplissage du produit .....	12
5.2.4.4	Buse d'air chaud .....	12
5.2.4.5	Propreté de la buse d'air chaud.....	15
5.2.4.6	Anneau extérieur (Anneau de refroidissement) .....	15
5.2.4.7	Pression de l'air chaud .....	16
5.2.4.8	Température de l'air chaud .....	17
5.2.4.9	Compression de la soudure .....	17
5.2.5	<i>Divers Réglages</i> .....	18
5.2.5.1	Temps d'échauffement.....	18
5.2.5.2	Epaisseur de la soudure .....	18
5.2.5.3	Hauteur soudure.....	18
5.2.5.4	Système de coupe.....	19
5.2.5.5	Hauteur de la buse d'air chaud .....	19
5.3	MODE OPERATOIRE DE LA MISE EN MARCHÉ DE LA MACHINE DE SOUDAGE ET DE REMPLISSAGE .....	20
5.4	ASPECTS A CONTROLER APRES LE SOUDAGE .....	20
5.4.1	<i>Résistance de la soudure</i> .....	20
5.4.1.1	Méthode 1. Résistance soudure à pression intérieure .....	21
5.4.1.2	Méthode 2. Résistance soudure à pression extérieure .....	22
5.5	DIVERS.....	23
5.6	SOLUTIONS DES PROBLEMES .....	24
5.6.1	<i>Résistance soudure</i> .....	24
5.6.2	<i>Aspect</i> .....	25
<b>6</b>	<b>ASPECTS A CONSIDERER</b> .....	<b>27</b>
6.1	SECURITE ET SANTE.....	27



Guide de Directives et de Recommandations  
**Soudure par Air Chaud**  
**PE Extrudé**

Code	X.00.00034
Version	03
Page	3 de 27

6.2	ENVIRONNEMENT.....	27
6.3	RSE.....	27
<b>7</b>	<b>DOCUMENTS ASSOCIES.....</b>	<b>27</b>

	<b>Guide de Directives et de Recommandations</b> <b>Soudure par Air Chaud</b> <b>PE Extrudé</b>	Code	X.00.00034
		Version	03
		Page	4 de 27

## 1 OBJECTIF

L'objectif du présent document est de fournir une série de directives et de recommandations pour optimiser le processus de soudage des tubes plastiques PE extrudés au moyen de systèmes d'air chaud.

Ces directives et recommandations, sont fondées sur notre expérience et les essais réalisés avec notre machine de soudage à air chaud.

Les clients doivent ajuster les paramètres de soudure aux caractéristiques de leurs processus, machines et outillages.

## 2 PORTEE

- Tubes plastiques extrudés du polyéthylène (PE Extrudé).

## 3 DEFINITIONS - ABREVIATIONS

Voir glossaire, document interne CTL-TH Packaging, code **X.00.00000**.

## 4 GUIDE RAPIDE DE REGLAGE

(Base de travail qui sera à adapter en fonction de votre machine et de vos outillages)



**Mettre les tubes à température ambiante 24h avant de les souder.**



**Préconisations faites pour le soudage tube PE extrudé sur la base de notre machine:**

KX 501 – Vitesse 42t/min - T° de refroidissement de 18°C - Compression soudure de 0.2~0.3 mm - Avec anneau extérieur (de centrage) - Buse avec 3 rangées de trous



### 1ère étape : CHOISIR LE BON DIAMETRE DE BUSE / AU TUBE

- Mesurer le diamètre intérieur du tube.
- Sélectionner la buse adéquate.

**REMARQUE** : dans le cas des tubes PE, il peut avoir de petites différences dans le Ø intérieur tube en fonction du matériau d'extrusion.

Ø intérieur tube	AVEC Anneau Extérieur	SANS Anneau Extérieur
Mesurer le Ø intérieur tube	$\text{Ø}_{\text{buse}} = \text{Ø}_{\text{intérieur tube}} - 0,2\text{mm}$	$\text{Ø}_{\text{buse}} = \text{Ø}_{\text{intérieur tube}} - 0,2\text{mm}$

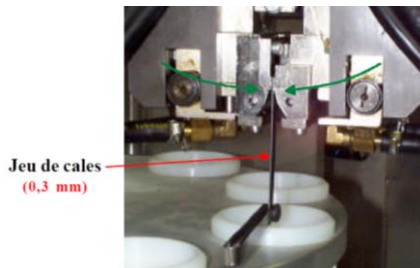
### 2ème Etape : METTRE EN PLACE L'ANNEAU EXTERIEUR

	ANNEAU EXTERIEUR ▼▼▼ <u>CONSEILLE</u>	GAIN
Tube CYLINDRIQUE	Tubes ECO-f (épaisseur réduite) ANNEAU EXTERIEUR ▼▼▼ <u>FORTEMENT CONSEILLE</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Soudure plus homogène</li> <li>➤ Temps de réglage plus court</li> <li>➤ Température de travail plus basse</li> <li>➤ Moins de défaut d'aspect</li> </ul>
Tube ELLIPTIQUE	ANNEAU EXTERIEUR ▼▼▼ <u>FORTEMENT CONSEILLE</u>	

### 3ème Etape : REGLER LA HAUTEUR DE COUPE

La hauteur de la buse d'air chaud doit être alignée avec la bride de compression et l'unité de coupe.

## **4ème Etape : REGLER LA COMPRESSION DE LA SOUDURE**



- Propre de tout résidu.
- **Correctement alignée et parallèle.**
- **Séparation environ entre 0.2mm et 0.3mm en position fermée.**
- Réfrigérées par eau environ entre 16° et 18°C.

## **5ème Etape : REGLER LA TEMPERATURE DE L'AIR CHAUD**

Sélectionnez une température basse, que le tube n'arrive pas à souder correctement.

- S'il ne soude rien du tout, augmentez d'environ 25 ° C, et après,
- S'il est sur le point d'obtenir une soudure correcte, mais si NC, augmentez la température de 10 ° C jusqu'à ce que la soudure tienne. Puis ajouter 5° à 15°C pour avoir une marge de sécurité.

TEST DE RÉSISTANCE : Laisser refroidir le tube pendant 5 minutes, puis vérifier la soudure en introduisant de l'air à 3 bars à l'intérieur du tube pendant 10 secondes.

REMARQUE : dans le cas des tubes PE, les matériaux d'extrusion influencent également sur les températures de soudage, de sorte que si nous utilisons différents matériaux PE, la température peut être différente.

## **6ème Etape : AUTRES REGLAGES**

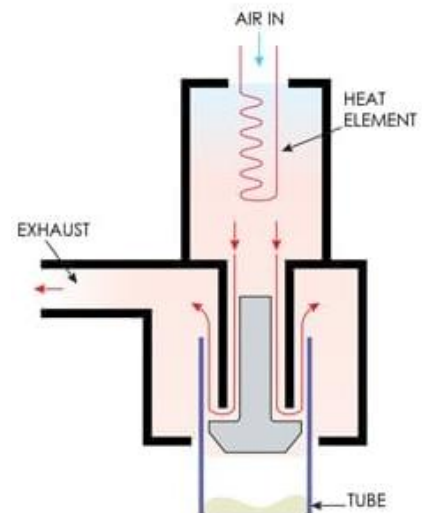
(A adapter également en fonction de votre machine)

## 5 DESCRIPTION DES ACTIVITES

### 5.1 PRINCIPE DU SYSTEME

La soudure par air chaud se fonde sur les étapes suivantes :

1. Chauffer la partie intérieure du tube, où la soudure du tube va s'effectuer, par un système de soudage par air chaud. L'air chaud est généré par un système de chauffage électrique dont la température peut atteindre jusqu'à 650°C.
2. Deux mâchoires refroidies par eau vont comprimer le tube dans la zone chauffée afin de souder le tube.
3. Pour finir, une coupe est réalisée afin de retirer la partie supérieure de la soudure du tube.



### 5.2 RECOMMANDATIONS

#### 5.2.1 Recommandations avant la phase de remplissage des tubes

Voici une série de recommandations pour la manipulation des tubes au préalable du processus de remplissage et de soudure.

- Les tubes stockés doivent être en caisses parfaitement fermées et dans un environnement propre (non gras).
- Les tubes avant d'être remplis et soudés doivent être tempérés dans la salle de conditionnement au moins pendant 24 heures, spécialement si le stockage des tubes est effectué à des températures relativement plus faibles que celles de la salle de conditionnement.
- On ne doit pas mélanger deux lots différents de tubes, car ils peuvent avoir des petites divergences dans les diamètres intérieurs et donc entraîner des problèmes dans la soudure. (Un changement de la buse d'air chaud serait recommandé)
- L'intérieur des tubes ne doit pas être touché avec les doigts.
- Les tubes ne doivent pas être exposés sur de longues périodes dans des caisses ouvertes. Les tubes chargés d'électricité statique peuvent attirer des poussières, lesquelles peuvent influencer directement sur la qualité du produit et sur la soudure.

## **5.2.2 Recommandations remplissage/soudage tubes avec produits à forte concentration d'alcool**

En raison de la nature même des produits à forte concentration alcoolique, en fonction des caractéristiques de la machine, du système de remplissage, de la salle de conditionnement ... il est recommandé d'effectuer une évaluation complète des risques du processus de remplissage et de soudage des tubes, en tenant compte des aspects suivants:

- o Fiche de données de sécurité du produit (pourcentage d'alcool, Limite d'explosivité inférieure et supérieure, ...)
- o Revue de la phase de remplissage du produit (type de conteneur de produit, système de dosage, probabilité d'accumulation de vapeurs dangereuses ...)
- o Revue de la phase de soudage des tubes (équilibre du processus de soufflage / aspiration d'air chaud, absence de sources possibles d'ignition, éléments électriques ...)
- o Revue de la salle de conditionnement, recirculation d'air ...

Sur la base de l'expérience et des connaissances acquises par les fabricants de machines de remplissage et les utilisateurs, on peut estimer que les risques (génération de vapeurs ...) dérivés du remplissage peuvent être de même nature aussi bien pour le remplissage des tubes que pour les autres emballages. (Bocaux, canettes ...)

Les solutions adoptées par certains fabricants et utilisateurs de machines de remplissage sont orientées vers les aspects suivants :

- o Surveiller l'accumulation de gaz / vapeurs.
- o Contrôler l'extraction des gaz / vapeurs.
- o Déplacer les éléments électriques (régulateurs de température ...) vers des zones potentiellement non dangereuses.
- o Accroître la recirculation de l'air dans la salle ou la zone de conditionnement.
- o Autres

## **5.2.3 Recommandations pour le soudage des tubes avec épaisseur réduite**

Il est recommandé de prendre en compte les aspects suivants lors de soudage des tubes PE avec une épaisseur réduite et des bouchons à profil bas avec des systèmes de soudure à l'air chaud.

Ces recommandations sont génériques, il sera nécessaire d'évaluer chaque cas, en tenant compte de la machine et de l'outillage disponible.

### **5.2.3.1 Alimentation des tubes avec épaisseur réduite et bouchons avec profil bas**

Parce que le tube a moins épaisseur, la phase d'alimentation du tube doit être vérifiée pour éviter les déformations ou les plis sur la jupe du tube par une pression ou une force excessive.



Parce que le bouchon a un profil bas, la surface de la jupe du tube dans le godet est plus importante (*voir photo ci-dessous*). Le serrage du tube dans le godet ne sera pas effectué sur le bouchon et l'épaule, mais sur la jupe du tube, ce qui pourrait causer des marques sur le tube, si la fixation des ressorts est trop forte.



*Différences d'introduction des tubes dues aux différences de hauteur des bouchons*



*(GAUCHE) Ajustement sur le bouchon, dans un tube standard  
(CENTRE) Ajustement sur la jupe, dans un tube avec un bouchon de profil bas*

Il peut être nécessaire :

- Modifier le fond du godet (plus haut) pour adapter la nouvelle hauteur du bouchon, de manière que le serrage du godet reste au niveau de l'épaule/bouchon du tube.
- Réduire la force ou le nombre de ressorts pour éviter de déformer la jupe et la base de la jupe lors de l'alimentation.

### 5.2.3.2 Chauffage

Buse de chauffage : il est recommandé d'utiliser des buses avec un diamètre extérieur d'environ -0,2 mm, par rapport au diamètre intérieur du tube.

L'épaisseur de ce nouveau tube est inférieure à l'épaisseur d'un tube PE traditionnel. Une température plus basse est probablement nécessaire par rapport à un tube du même matériau, mais plus épais.

Il est recommandé de commencer les essais à partir d'une température inférieure à la normale et d'augmenter la température, jusqu'à ce que vous trouviez le minimum nécessaire pour assurer la qualité et la résistance de la soudure.

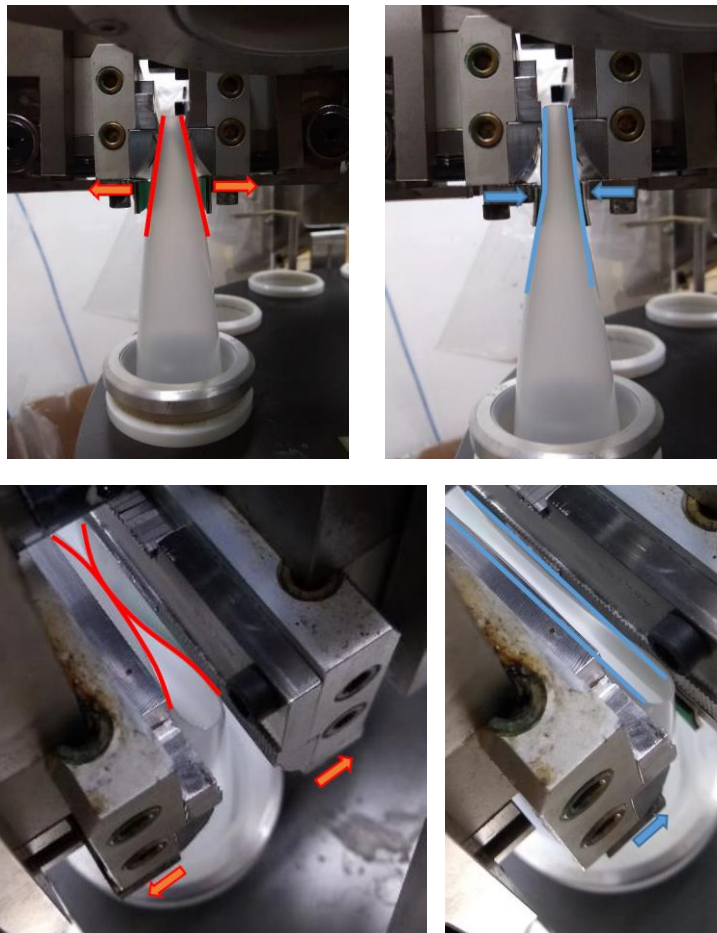
Un excès de température, en plus de nous donner un aspect détérioré (plis, oreilles...) peut nous donner une mauvaise résistance de la soudure.

Il est fortement recommandé d'utiliser une bague de refroidissement externe, car elle nous permet de garder le tube centré, bien rond, et de réduire les petites déformations ou ovalisations. Ainsi elle permettra de réaliser une chauffe plus efficace de l'intérieur du tube dans tout son périmètre.

Aussi, l'utilisation de cette bague de refroidissement nous aidera à réduire l'apparition de plis sous soudure ou les oreilles aux extrémités.

### **5.2.3.3 Compression**

Dans les tests effectués sur notre machine, nous avons observé que les mâchoires d'accompagnement ou pré-mâchoires un peu plus fermées, améliorent la qualité de la soudure (voir photos ci-dessous).



## 5.2.4 Recommandations sur les facteurs affectant la soudure lors du remplissage des tubes

Les facteurs suivants, variables et paramètres à régler sur chaque machine affectent considérablement la qualité de la soudure finale :

- Matériau du jupe (corps) du tube
- Alimentation du tube
- Remplissage du produit contenu dans le tube
- Buse d'air chaud
- Propreté de la buse d'air chaud
- Anneau extérieur
- Pression de l'air chaud
- Température de l'air chaud
- Vitesse (tubes/minute)
- Compression de la soudure
- Divers réglages

### 5.2.4.1 Matériau du jupe (corps) du tube

Différents matériaux ou mélanges de matériaux en polyéthylène du jupe (corps) du tube, par exemple : PEHD, PEMD, PEBD ou PE-PCR, PE-GREEN peuvent faire varier :

- Légèrement le diamètre intérieur du tube et, par conséquent, le diamètre de la buse à air chaud.
- Températures de soudage.

### 5.2.4.2 Alimentation du tube

C'est très important que l'alimentation du tube soit effectuée correctement dans les godets. Pour cela :

- Il est recommandé que le tube soit contrôlé dans le passage de la rampe d'alimentation à godet, par un système d'aspiration ou un autre système, de telle manière que le positionnement du tube dans le godet soit le plus efficace et contrôlée possible.
- Les tubes doivent être correctement alimentés dans les godets. Si le positionnement du tube dans les godets a un jeu ou que les tubes se déplacent facilement, cela peut engendrer un mauvais alignement du tube par rapport à l'embout d'air chaud et par conséquent que la soudure ne soit pas correcte.
- Toutefois, les tubes ne doivent pas entrer trop durs et le poussoir conique ne doit pas exercer une pression excessive ou trop brutale pour éviter de déformer les tubes ce qui pourrait provoquer que la soudure ne soit pas correcte.
- La conception des godets, forme et taille, doit être adaptée pour chaque format de tube (*attention au diamètre extérieur nominal – voir le [tableau de mesures](#)*)

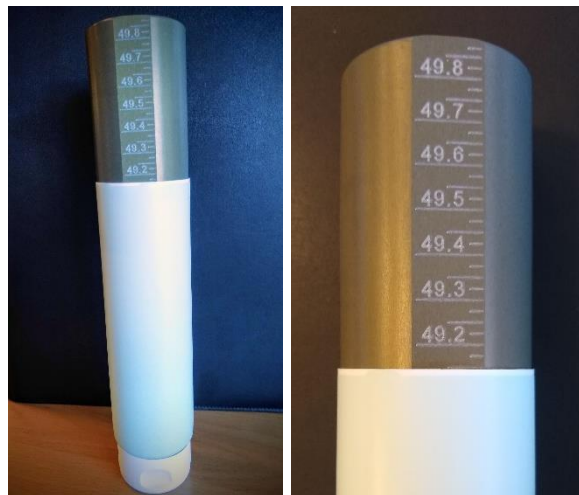
### 5.2.4.3 Remplissage du produit

La tige utilisée pour le remplissage du produit doit avoir le diamètre et la forme appropriée en fonction du type de tube pour éviter de toucher l'intérieur du tube. De cette manière on pourra éviter de ternir ou de détériorer le tube.

Si la surface intérieure à souder du tube est souillée avec le produit, même si la surface est minime, comme avec de microgouttes, cela affectera la qualité/fonctionnalité de la soudure.

### 5.2.4.4 Buse d'air chaud

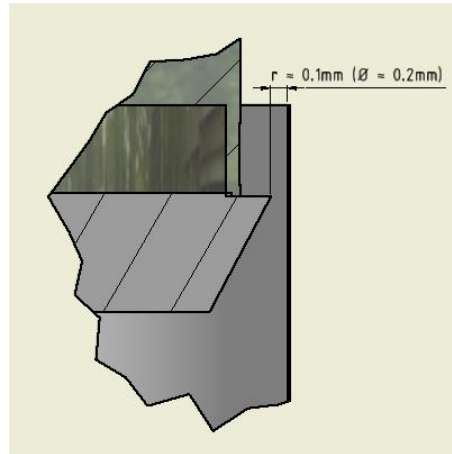
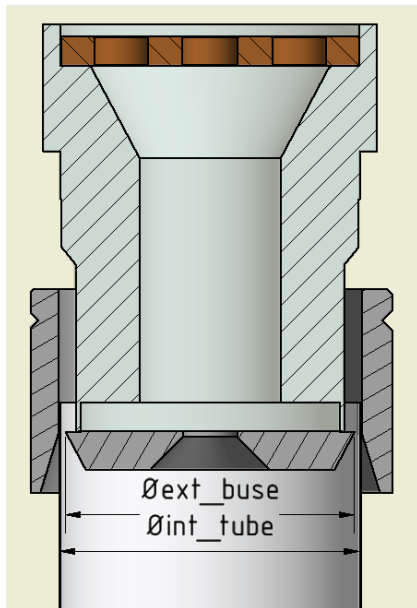
- **Mesurer le diamètre intérieur du tube** : nous utilisons un outillage (voir photo ci-dessous), créé par Tuboplast, qui nous permet de visualiser facilement le diamètre intérieur du tube (pour plus d'information sur cet outillage, contactez notre service commercial).



- **Sélectionner le diamètre de buse approprié**, en fonction du diamètre intérieur mesuré avec l'outillage. Pour les cas suivants :

$$\varnothing_{\text{intérieur}}_{\text{tube}} - \varnothing_{\text{extérieur}}_{\text{buse}} \cong 0,2 \text{ mm (diamètre)}$$

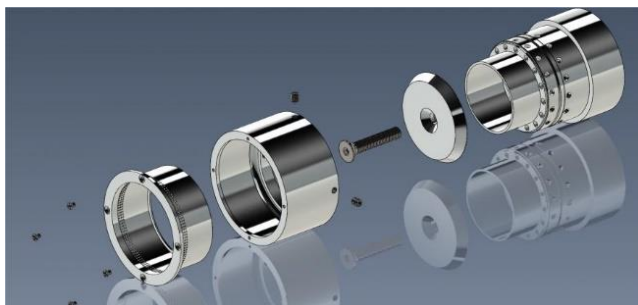
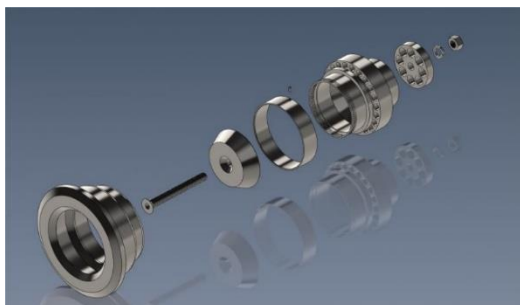
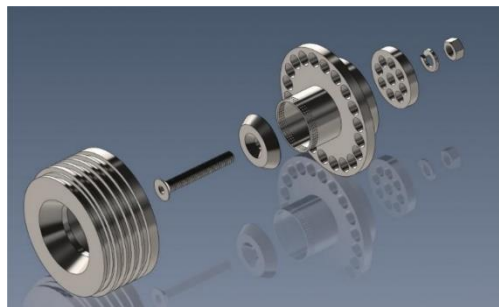
**REMARQUE** : Deux lots avec un matériau d'extrusion différent, ou deux fabrications différentes de la même référence de tube, peuvent avoir de petites différences dans le diamètre intérieur du tube, donc nous recommandons toujours de mesurer le diamètre intérieur du tube de chaque lot, pour assurer que la buse sélectionnée est appropriée.



Pour chaque lot de fabrication, il convient de vérifier le diamètre intérieur des tubes pour sélectionner le bon diamètre de la buse d'air chaud.

En fonction du fabricant de la machine, on doit changer la buse complète ou seulement l'embout de buse, conforme au diamètre du tube.

Ci-après des exemples de différents modèles de buses, en fonction de chaque fabricant :



Une mauvaise sélection du diamètre de la buse d'air chaud peut générer des défauts tels que :

- **Buse trop grande:** Elle peut toucher l'intérieur du tube et cela implique les risques suivants:
  - La détérioration de la zone de soudure (soudure non homogène).
  - Ternir les buses et les mâchoires de matériau fondu.
  - Déplacer le tube, par conséquent, la soudure peut être défectueuse.
- **Buse trop petite:**
  - L'air chaud n'arrive pas à chauffer correctement la zone de soudure à l'intérieure du tube. Il faut travailler avec une température plus élevée par rapport à un réglage en sélectionnant la bonne buse.
  - Petits plis sous la soudure
- A la date de rédaction du présent document, nous pouvons établir un tableau comparatif avec les valeurs et tolérances des diamètres intérieurs des différents produits du tubes PE extrudés :

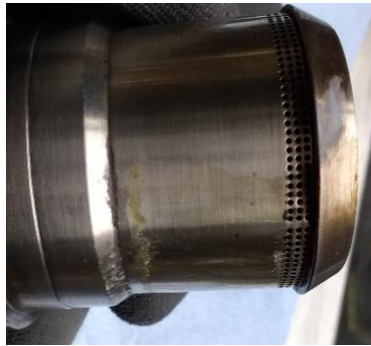
TUBES PLASTIQUES PE Extrudé			
	Ø Extérieur Nominal	Ø Intérieur Nominal	Tolérance
TUBE CILINDRIQUE	Ø 13,5	Ø 12,7	± 0,2
	Ø 16	Ø 15,2	
	Ø 19	Ø 18,2	+ 0,2 - 0,3
	Ø 22	Ø 21,2	
	Ø 25	Ø 24	
	Ø 30	Ø 29	
	Ø 35	Ø 34	+ 0,2 - 0,4
	Ø 40	Ø 39	
	Ø 50	Ø 48,8	+ 0,2 - 0,5
	Ø 56	Ø 54,8	
TUBE ELIPTIQUE	Ø 30	Ø 29	± 0,3
	Ø 35	Ø 34	
	Ø 40	Ø 39	
	Ø 50	Ø 48,8	+ 0,3 - 0,4
TUBE ELIPTO P	Ø 40	Ø 39	± 0,3
	Ø 50	Ø 48,8	+ 0,2 - 0,5

Les valeurs des diamètres intérieurs sont définis dans les spécifications techniques du Groupe CTL-TH Packaging :

- **NG 113** → E.00.00000 (Tubes Plastiques PE Extrudé).

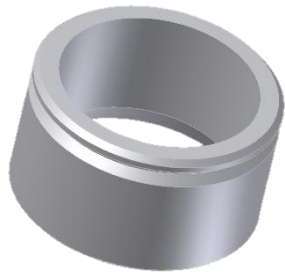
#### 5.2.4.5 Propreté de la buse d'air chaud

Les orifices des sorties d'air chaud de la buse doivent être propres et sans obstacles. Parfois ils tendent à s'obstruer de matière plastique fondu (**normalement quand une buse trop grande est sélectionnée pour le diamètre du**), ne laissant passer dûment le flux d'air chaud et provoquant des problèmes de soudure dans cette zone du tube.



#### 5.2.4.6 Anneau extérieur (Anneau de refroidissement)

Certaines machines de soudage d'air chaud, sont équipées pour utiliser un anneau extérieur ou un anneau de refroidissement.



Sa fonction principale est **d'assurer que le tube :**

- **Soit bien cylindrique**
- **D'assurer le centrage du tube lors de l'entrée de la buse**

Lorsque la buse d'air chaud rentre à l'intérieur du tube pour que le chauffage de l'intérieur du tube soit uniforme.

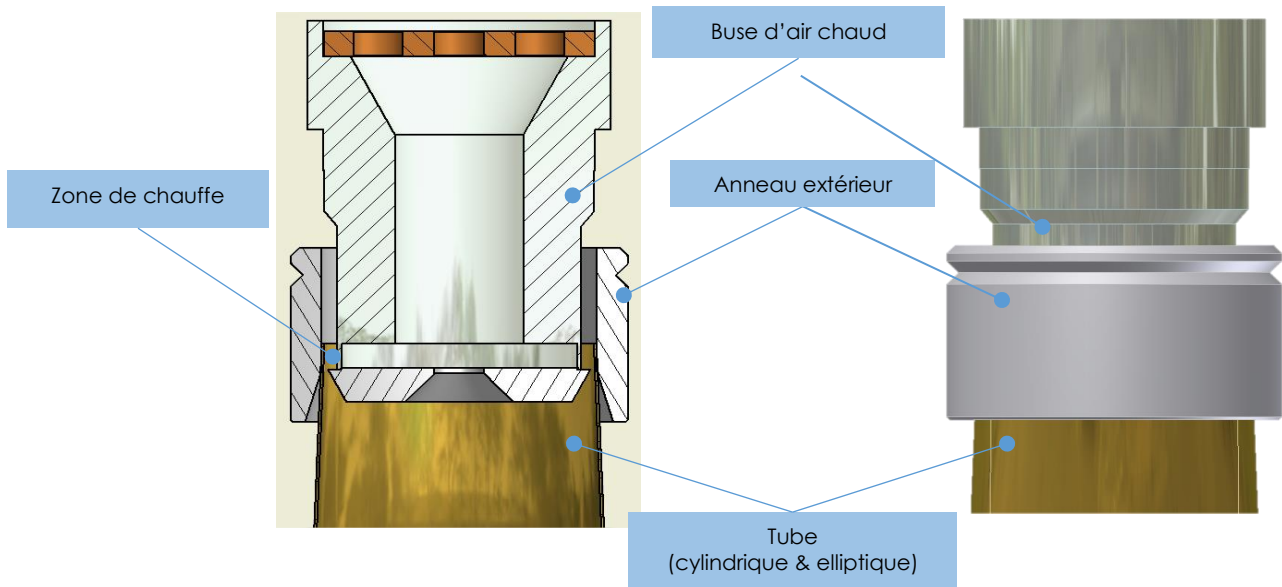
Dans d'autres cas, on l'utilise pour refroidir la partie extérieure du tube.

Chaque fabricant a une conception particulière de cette pièce, ainsi que leur fonctionnalité spécifique et son placement en machine (Il doit être adapté au diamètre extérieur du tube, en tenant compte de la tolérance de fabrication maximale).

Pour assurer un chauffage uniforme sur tout le périmètre intérieur du tube, de telle manière que la soudure soit correcte, **nous considérons l'emploi de l'anneau extérieur pour les tubes plastiques PE extrudés :**

❖ **CONSEILLE** pour les **tubes cylindriques**

❖ Fortement **CONSEILLE** pour les **tubes elliptiques** et les **tubes avec l'épaisseur réduite**



### 5.2.4.7 Pression de l'air chaud

Selon notre expérience, la conception de la buse d'air chaud est spécifique pour chaque fabricant de machines de remplissage. Le diamètre des trous et le nombre de lignes de trous peuvent affecter la pression de l'air chaud qui va être choisie.



La pression de l'air chaud va donc varier en fonction de la machine et de la conception de la buse. C'est pourquoi la pression de l'air peut-être complètement différente d'une machine à l'autre ou d'une buse à l'autre.



Dans notre machine et avec notre buse, nous travaillons avec 0.6bars bien que nous ayons eu l'expérience avec des clients d'une pression d'air allant jusqu'à 4 ou 6 bars.

#### 5.2.4.8 Température de l'air chaud

La température de l'air chaud est directement liée au reste des paramètres qui affectent le réchauffement de l'intérieur du tube comme la pression d'air chaud, la vitesse de la machine, le temps d'échauffement, le type d'outillage... par conséquent en fonction de ces paramètres, la température de l'air chaud pourrait être différente par rapport au tableau des températures ci-dessous.

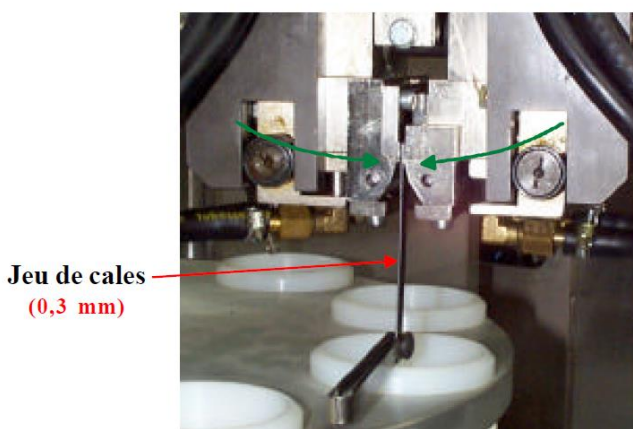
Dans le cas des tubes PE, le matériau d'extrusion influence également sur les températures de soudage, de sorte qu'il peut y avoir des petites différences de température avec différents matériaux d'extrusion.

Pour trouver la température de soudage correcte pour chaque matériau ou mélange de matériaux de la jupe, nous recommandons :

Sélectionnez une température basse, que le tube n'arrive pas à souder correctement.

- S'il ne soude rien du tout, augmentez d'environ 25 ° C, et après,
- S'il est sur le point d'obtenir une soudure correcte, mais si NC, augmentez la température de 10 ° C jusqu'à ce que la soudure tienne. Puis ajouter 5° à 15°C pour avoir une marge de sécurité.

#### 5.2.4.9 Compression de la soudure



Les mâchoires peuvent être lisses ou striées, avec ou sans marquage de lot. Il est recommandé de tenir compte des aspects suivants :

- Propre de tout résidu.
- Correctement **alignée et parallèle.**
- Séparation environ entre 0.2mm et 0.3mm en position fermée.
- Réfrigérées par eau environ entre 16° et 18°C.

	<b>Guide de Directives et de Recommandations</b> <b>Soudure par Air Chaud</b> <b>PE Extrudé</b>	Code	X.00.00034
		Version	03
		Page	18 de 27

## 5.2.5 Divers Réglages

### 5.2.5.1 Temps d'échauffement

Le temps de chauffage est le temps que la buse reste chauffante à l'intérieur du tube. Cela varie en fonction du fabricant de la machine :

- Temps d'échauffement en fonction de la vitesse de la machine :
  - Vitesse de machine plus rapide, temps d'échauffement plus court.
  - Vitesse de machine moins rapide, temps d'échauffement plus long.
- Temps d'échauffement, paramètre de machine. Sélectionne le temps d'échauffement, indépendamment de la vitesse de la machine.

### 5.2.5.2 Epaisseur de la soudure

Il est recommandé d'ajuster la mâchoire de telle façon que l'épaisseur de la soudure (défini sur la photo) mesure environ 75 – 85 % de l'épaisseur totale du tube.

#### **Exemple:**



Si l'épaisseur du tube dans le domaine de soudage est 0,43mm, l'épaisseur totale serait 0,86mm, pour conséquent, l'épaisseur de la soudure doit être 0,64 – 0,74mm (75 – 85%).

Si la soudure est trop pressée (par exemple sur 0,40mm d'épaisseur) il y a risque de rupture de tube. Mais si la soudure est peu comprimée (par exemple sur 0,80mm) il existe un risque que le tube ne soit pas soudé et reste ouvert.

### 5.2.5.3 Hauteur soudure

Il est recommandé que la hauteur de la soudure soit d'environ 5 ou 6mm, selon la photo suivante :



La variation de l'épaisseur de la ligne de soudure et de la soudure doit avoir des divergences de 0.05mm, comme indiqué sur la photo. Ce contrôle est effectué pour vérifier le parallélisme entre les plaquettes de la mâchoire.

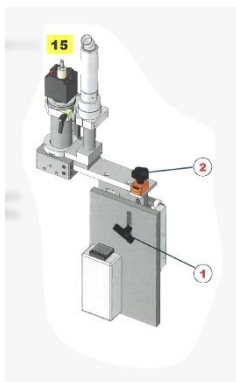
#### 5.2.5.4 Système de coupe

La coupe est utilisée pour enlever le surplus de la soudure et pour donner une finition esthétique appropriée au tube.

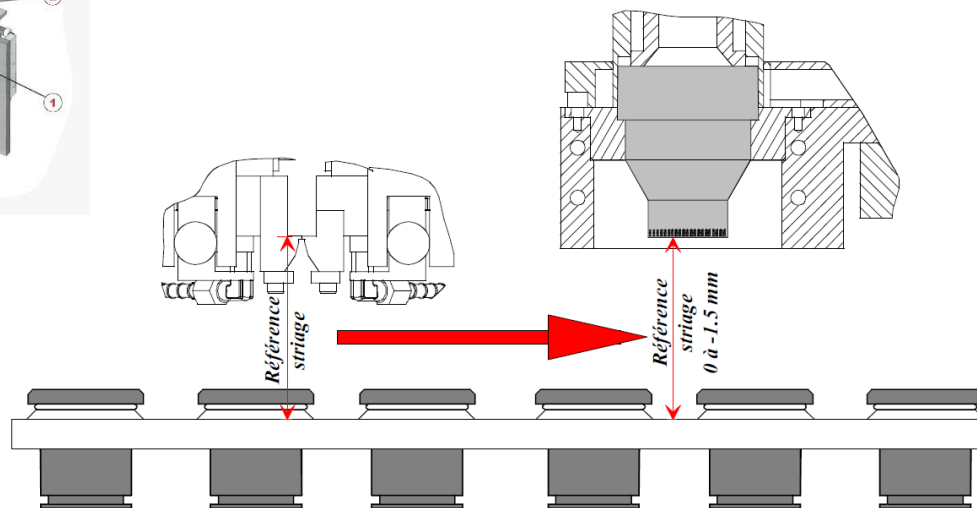
La lame de coupe doit être parfaitement propre, effilée et ajustée afin de réaliser une coupe parfaite qui ne soit pas réalisé par déchirement.

#### 5.2.5.5 Hauteur de la buse d'air chaud

Dans certaines machines on peut ajuster la hauteur de la buse d'air chaud indépendamment des autres mouvements de la machine.



La hauteur de la buse d'air chaud doit être alignée avec la bride de compression et l'unité de coupe.



## 5.3 MODE OPERATOIRE DE LA MISE EN MARCHÉ DE LA MACHINE DE SOUDAGE ET DE REMPLISSAGE

Vérifier que les paramètres suivants sont correctement réglés:

- Sélection buse d'air chaud, approprié au diamètre du tube.
- Ajustement dosage, remplissage.
- Ajustement pression d'air chaud.
- Vérifier la compression de la soudure.
- Vérifier le système de coupe.
- Vitesse de la machine, selon la production.

Ensuite, commencer la sélection de la température de l'air chaud.

**Compte tenu de la plage de températures recommandées pour chaque type de tube, on choisit une température inférieure à celle prévue dans le tableau.** De telle sorte que nous pouvons vérifier que le soudage n'est pas correct.

Ensuite, augmenter la température de 10°C en 10°C, en vérifiant à chaque augmentation de température, la qualité et de la résistance de la soudure des tubes, jusqu'à trouver la température minimale où le tube est soudé correctement.

Une fois avoir déterminé la température minimale de soudure pour ce lot de tubes, augmenter la température de l'air chaud de 5°C à 15°C pour avoir une marge de sécurité.

NOTE : Il faut tenir compte comme il a été expliqué dans les chapitres précédents qu'un changement de vitesse de machine, temps d'échauffement ou de pression d'air peut également avoir une incidence sur la qualité et la résistance de la soudure. Il n'est pas recommandé de faire deux changements à la fois, de cette manière, il sera plus simple d'évaluer la modification réalisée et ensuite agir sur un autre changement si nécessaire.

D'autre part, il faut tenir compte du fait que si l'on applique un excès de réchauffement sur la face intérieure du tube (température, pression de l'air et/ou temps réchauffement), on peut dégrader le matériau du tube, et donc, ne permettra pas de le souder correctement.

## 5.4 ASPECTS A CONTROLER APRES LE SOUDAGE

### 5.4.1 Résistance de la soudure

Il existe deux méthodes pour vérifier que la résistance soudure est correcte:

- Méthode 1. Résistance soudure à pression intérieure
- Méthode 2. Résistance soudure à pression extérieure

#### 5.4.1.1 Méthode 1. Résistance soudure à pression intérieure

Cette méthode est recommandée pour des essais de résistance de soudage de tubes vides. Le système utilisé peut être un système « made in house ». Il suffit d'une prise d'air sous pression, un régulateur de débit et une buse qui s'ajuste à la tête du tube ou du bouchon.

1. Les tubes doivent être tempérés dans la salle où s'effectue le test.
2. Si les tubes sont juste soudés, attendez au moins 5 minutes pour que la soudure se refroidisse et se stabilise.
3. Tenir le tube d'une main. Régler l'air du manomètre à 3 bars.
4. Ensuite, de l'autre main, insérer le cône de la soufflette dans la tête du tube ou de la perforation du bouchon et faire circuler de l'air vers l'intérieur du tube pendant un temps défini dans le tableau affiché ci-après :



TYPE DE TUBE	PRESSURE	TIME
Tubes plastiques PE extrudés	<b>3 bars</b>	<b>10 secs</b>

Les résultats sont considérés comme conformes si la soudure prend en charge l'essai sans montrer de lacunes.

#### 5.4.1.2 Méthode 2. Résistance soudure à pression extérieure

Cette méthode d'essai n'est pas utilisée par CTL-TH Packaging, comme méthode de validation de la soudure de tubes. Toutefois, elle est employée par de nombreux remplisseurs et clients. Elle est présente dans le présent guide à titre d'information.

Cette méthode est recommandée pour des essais de résistance de soudure avec des tubes remplis. Il y a différents fournisseurs qui peuvent fournir ce type de systèmes comme ACRN, JACOMEX, ACF-MEASUREMENT entre autres,...



JACOMEX – Tube Tester



ACRN – ATS Tube Seal Tester

1. Les tubes doivent être tempérés dans la salle où s'effectue le test.
2. Si les tubes sont juste soudés, attendez au moins 5 minutes pour que la soudure se refroidit et se stabilise.
3. Régler la pression du cylindre selon les recommandations des constructeurs, en vue de permettre de générer à l'intérieur du tube, une pression de sortie de 2 bars.
4. Placer le tube dans la base du système habilitée à cette fin. Il est recommandé de placer le tube dans un sac plastique de type "ZIPLOCK" pour éviter les projections de produit en cas de rupture de la soudure.



5. Fermer la protection et mettre en place le système pendant 10 ou 20 secondes, comme recommandé par le fournisseur du système de test.

Les résultats sont considérés comme conformes si la soudure prend en charge l'essai sans montrer de lacunes.

	<b>Guide de Directives et de Recommandations Soudure par Air Chaud PE Extrudé</b>	Code	X.00.00034
		Version	03
		Page	23 de 27

## 5.5 DIVERS

## 5.6 SOLUTIONS DES PROBLEMES

### 5.6.1 Résistance soudure

Dans le cas d'apparition des défauts dans la soudure du tube après l'essai de résistance, on peut définir le tableau suivant avec les causes possibles et l'action à mener pour y donner une solution.

Les problèmes les plus typiques sont **ombrés en jaune**:

Causes possibles défaut résistance soudure	Recommandation
Buse et outillage non appropriés	Vérifier que la buse et l'outillage soient adaptés aux caractéristiques du tube à souder, selon nos recommandations ( <a href="#">voir chapitre 4.2.2.3</a> )
Pression de l'air et/ou une température insuffisante à la vitesse de machine (tubes/minute)	Adapter la pression de l'air et la température à la vitesse de machine (tubes/minute)
Essai de résistance de la soudure du tube vide par pression d'air ne correspondant pas à notre recommandation de 3bars (pression de l'air de l'essai inadéquate).	Vérifier la pression d'air selon notre recommandation de 3 bars.
Alignement pas bon entre la buse et le tube	Assurer que la buse et le tube sont concentriques -► Si possible, utiliser l'anneau extérieur
Orifices de la buse de l'air chaud obstrués	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Nettoyer l'outillage des buses.</li> <li>* Assurer que la buse et le tube sont concentriques</li> <li>* Vérifier que la buse et l'outillage soient adaptés aux caractéristiques du tube à souder, selon nos recommandations (<a href="#">voir chapitre 4.2.2.3</a>)</li> <li>* Utiliser l'anneau extérieur.</li> </ul>
Pression des mâchoires incorrectes	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vérifier la pression des mâchoires</li> <li>* Vérifier le parallélisme entre les mâchoires</li> <li>* Distance entre mâchoires recommandé = 0.2 ~ 0.3mm</li> </ul>
Tubes tachés de produit dans la zone de soudure	Vérifier que la tige de dosage est correctement centrée et propre. Vérifier qu'après le dosage du produit, il n'y a aucun résidu de produit dans la zone de soudage.
Pas d'anneau extérieur sur tube cylindrique	L'anneau extérieur est recommandé.  Il permet de centrer correctement le tube par rapport à la buse, il va ainsi assurer un chauffage uniforme de l'intérieur du tube et donc permettre d'obtenir une soudure homogène.




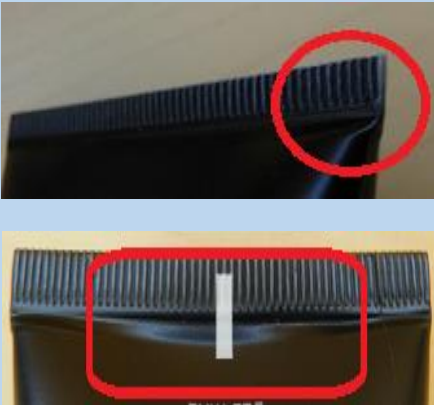
Pas d'anneau extérieur sur tube elliptique.


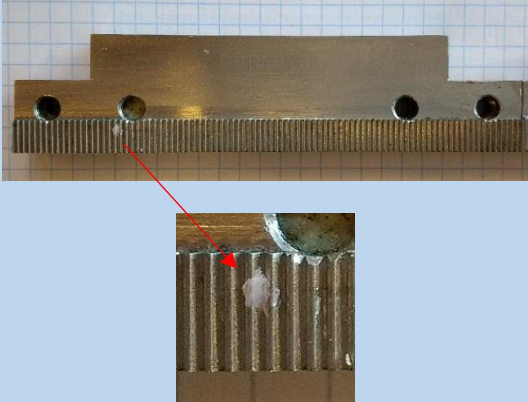
L'anneau extérieur est très recommandé

Pour arrondir le tube et le centrer par rapport à la buse. Il va ainsi assurer un chauffage uniforme de l'intérieur du tube et donc permettre d'obtenir une soudure homogène.

## 5.6.2 Aspect

Les défauts d'aspect qui peuvent survenir et les actions à mener pour y remédier sont définis dans le tableau suivant:

DEFAUTS D'ASPECT	CAUSE DU DEFAUT	FACTEURS DE CORRECTION
<p><b><u>OREILLES</u></b></p> 	<p><b>Échauffement excessif:</b> Température très haute Pression d'air très haute</p> <p><b>Compression excessive:</b> Les mâchoires sont très serrées</p>	<p><b><u>Vérifier les paramètres de soudage:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Réduire la température</li> <li>* Réduire la pression de l'air</li> <li>* Revoir la compression des mâchoires.</li> </ul>
<p><b><u>SOUDURE NON UNIFORME OU AVEC DEFORMATIONS</u></b></p> 	<p>Mauvais alignement des mâchoires de fermeture.</p> <p>Réglage inadéquat hauteur buse air chaud</p> <p>Mauvais alignement des mâchoires d'accompagnement.</p> <p>Température très haute</p> <p>Pression d'air très haute</p> <p>Buse d'air chaud / rondelle trop grande (touche excessivement l'intérieur du tube)</p>	<p>Aligner les mâchoires de fermeture</p> <p>Réglage hauteur buse air chaud</p> <p>Aligner les mâchoires d'accompagnement.</p> <p>Réduire la température</p> <p>Réduire la pression de l'air</p> <p>Choisir une buse ou une rondelle petite selon notre recommandation.</p>

DEFAUTS D'ASPECT	CAUSE DU DEFAUT	FACTEURS DE CORRECTION
<p><b><u>BUSE ENCRASSEE AVEC MATERIAU FONDU</u></b></p> 	<p><b><u>La buse touche le tube, parce que:</u></b></p> <p>Le tube n'est pas centré par rapport à la buse.</p> <p>L'anneau extérieur n'est pas utilisé.</p> <p>La buse est trop grande pour le diamètre du tube.</p> <p>C'est un tube elliptique et l'anneau extérieur n'est pas utilisé</p> <p>L'anneau extérieur n'arrondi pas correctement le tube.</p>	<p>Vérifier le centrage du tube.</p> <p>Utiliser l'anneau extérieur.</p> <p>Réduire le diamètre de la buse d'air chaud, selon nos recommandations (voir chapitre 4.2.2.3)</p> <p>Utiliser l'anneau extérieur pour arrondir le tube elliptique.</p> <p>Vérifier que l'anneau extérieur arrondi correctement le tube elliptique.</p>
<p><b><u>MACHOIRES AVEC MATERIAU FONDU</u></b></p> 	<p><b><u>Buse trop grande</u></b></p> <p>La buse est trop grande et entraîne la matière en fusion hors du tube.</p> <p><b><u>Température trop grande</u></b></p> <p>Le PE fondu est trop fluide.</p> <p><b><u>Compression mâchoires trop grande</u></b></p> <p>Le matériau PE fondu, donc une pression excessive peut faire sortir de la matière en fusion hors du tube et encrasser les mâchoires.</p>	<p>Vérifier que la buse et l'outillage soient adaptés aux caractéristiques du tube à souder, selon nos recommandations (voir chapitre 4.2.2.3)</p> <p>Réduire la température</p> <p>Vérifier la pression des mâchoires</p> <p>Distance entre mâchoires recommandée = 0.2 ~ 0.3mm</p>

	<b>Guide de Directives et de Recommandations</b> <b>Soudure par Air Chaud</b> <b>PE Extrudé</b>	Code	X.00.00034
		Version	03
		Page	27 de 27

## 6 ASPECTS A CONSIDERER

### 6.1 SECURITE ET SANTE

Procéder à l'utilisation appropriée de la machine à souder pour éviter les risques d'écrasement, brûlures, etc.

### 6.2 ENVIRONNEMENT

Respecter l'instruction de gestion des déchets de l'entreprise.

### 6.3 RSE

NON APPLICABLE

## 7 DOCUMENTS ASSOCIES

Dénomination	Code document
Glossaire du SMI	X.00.00000
Spécifications Techniques Tubes Plastiques PE Extrudés	E.00.00000