

7. Techniques d'assemblage

7.1 - INTRODUCTION DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES

Nous avons vu précédemment que les assemblages des tubes en PE se divisent en 2 grandes familles : les assemblages par soudage dont le principe général est la fusion et les assemblages mécaniques dont le principe est la compression d'un joint.

Il existe deux techniques principales de raccordement des canalisations PE par soudage :

- **l'électrosoudage**
- **le soudage bout à bout**

Le soudage dans l'emboîture par élément chauffant est parfois également utilisé, essentiellement dans l'industrie.

La mise en œuvre de ces techniques d'assemblage doit être effectuée par du personnel qualifié afin d'optimiser la pérennité des ouvrages en PE.

Les réseaux PE soudés sont d'une fiabilité exceptionnelle : étanches, répondant parfaitement aux normes sanitaires, autobotée, d'une durée de vie prouvée par l'expérience et les tests de vieillissement, faciles à poser, permettant des rayons de courbure inférieurs aux réseaux traditionnels, insensibles

aux mouvements de terrain, avec un coefficient de rugosité très favorable, résistants à l'entartrage et au tuberculose... Ces avantages sont décisifs, d'autant plus que les raccordements, sur des réseaux existants ou pour les branchements, ne posent aucune difficulté.

7.2 - ELECTROSOUDEGE

Cette technique consiste à réaliser des assemblages de tubes et d'éléments de canalisation en PE pouvant être d'épaisseurs de paroi différentes, au moyen de raccords électrosoudables.

Une résistance électrique a été intégrée aux raccords lors de la fabrication.

Après avoir réalisé un montage dans les règles de l'art, la résistance électrique du raccord est connectée à une source d'énergie.

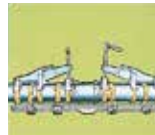
Lors du soudage, la dissipation, par effet Joule, de la puissance électrique provoque une fusion de surface des deux pièces assemblées, assurant grâce à un mélange intime de la matière, une cohésion et une étanchéité parfaites.



Manchon en coupe



Positionneur pour prise de branchement



Positionneur pour manchon



Prise de branchement

7.2.1 Équipements

L'électrosoudage est une technique simple et efficace ; elle nécessite l'utilisation de matériels spécifiques, pour assurer la qualité de l'assemblage.

Arrondisseur : cet outil permet de corriger l'ovalisation du tube dans la zone de soudage.

Outil de grattage : Il sert à gratter la surface de la pièce à raccorder (tube, sortie lisse d'un raccord), sur toute la surface où s'effectuera la soudure. L'outil doit être approprié pour enlever des copeaux et donner une profondeur de grattage de l'ordre minimum de 0,15 mm sur toute la surface grattée, afin d'obtenir une surface propre et non oxydée. L'utilisation d'un grattoir mécanique est à privilégier dans tous les cas.

Profondeur de grattage	Diamètre
0,15 à 0,25 mm	20 à 63 mm
0,25 à 0,35 mm	75 à 225 mm
0,30 à 0,40 mm	250 à 710 mm
0,40 à 0,60 mm	800 à 1600 mm

Coupe tube : cet outil doit permettre une coupe perpendiculaire à l'axe du tube sans l'écraser au cours de la coupe ; l'utilisation d'une scie est à proscrire pour les petits diamètres jusqu'au 400 mm.



Positionneurs et positionneurs-redresseurs : ces outils permettent, pour tous types de raccords d'aligner les pièces et les tubes, de supprimer les courbes résiduelles pour les tubes en couronne ou en touret, de supprimer les non-alignements, les contraintes dans la zone de soudage et les mouvements intempestifs pendant les temps de soudage et de refroidissement de l'assemblage.

Automate de soudage : l'automate de soudage doit être capable, à partir d'une alimentation électrique (secteur ou groupe électrogène), de fournir une énergie régulée définie par le fabricant de la pièce à souder.

L'automate peut également enregistrer les données de soudage pour assurer la traçabilité de l'opération.

La programmation du soudage peut être réalisée : par lecture d'un code à barres ou d'un QR code contenant les informations nécessaires à la réalisation du soudage, ou par un mode automatique propre au fabricant du raccord.

Groupe électrogène : il doit être choisi pour délivrer la puissance requise pour tous les raccords prévus sur le chantier.

Certains groupes électrogènes, à régulation électronique, ne sont pas compatibles avec les automates de soudage.

D'autres, dont l'alimentation électrique produite n'est pas suffisamment stabilisée, peuvent mettre les automates « en défaut » et interrompre le soudage.

Si une rallonge électrique doit être utilisée entre l'automate de soudage et le groupe électrogène, sa longueur ne devra pas dépasser 25 m, pour une section minimum de 2,5 mm² par conducteur. Tout prolongateur doit être déroulé complètement. Le groupe électrogène doit être démarré avant de brancher l'automate de soudage et arrêté après avoir éteint puis débranché celui-ci.

Produits de nettoyage : les surfaces à souder devront être impérativement nettoyées avec un tissu de coton blanc, propre, non pelucheux, imbibé d'un nettoyant dégraissant pour le polyéthylène préconisé par le fabricant et autorisé d'emploi par la réglementation en vigueur.

Le produit dégraissant doit être conservé dans son emballage d'origine.

Certains fabricants proposent des serviettes pré-imprégnées de nettoyant dégraissant pour PE.

Crayons marqueurs : à marquage permanent compatible avec le PE.

Mètres : pour mesurer les longueurs d'emboîtement.

Équerres : afin de s'assurer que les coupes sont bien perpendiculaires à l'axe du tube.

Conditions générales de mise en œuvre des raccords électrosoudables

Température de mise en œuvre

Pour réaliser une soudure de qualité, l'ensemble tubes, raccords et automate de soudage doivent être à la même température, dans la plage -10°C à +45°C. Attention en cas de fort ensoleillement la température du tube peut dépasser les 45°C, il convient alors de prendre toutes les précautions pour mettre les surfaces de soudage à l'ombre.

Les automates de soudage permettent d'opérer dans une plage de température ambiante allant de -10°C à +45°C. La température ambiante est mesurée par l'automate et consultable sur l'écran.

Propreté

Les surfaces à souder doivent être parfaitement propres et dégraissées.

Humidité

Les surfaces à souder doivent être parfaitement sèches au moment du soudage.

Conditions climatiques

Il est nécessaire de prendre des précautions (bâche, tente) pour lutter contre les effets du vent, de la pluie, la neige, la rosée, du gel, de l'ensoleillement pouvant influencer sur les conditions de propreté, d'humidité et de température.

Les tubes et raccords en polyéthylène étant de couleur noire, il convient d'empêcher leur réchauffement excessif en période de fort ensoleillement.

Délai de mise en œuvre

La préparation de l'assemblage doit être réalisée immédiatement avant de procéder au soudage.

Venue d'eau

Toutes les mesures nécessaires doivent être mises en œuvre pour empêcher le mouillage des surfaces à souder.

7.2.2 Procédure de soudage de deux tubes par manchons électrosoudables

Cette procédure dans le cadre d'assemblage Tube + manchon ou tube+ pièce forme femelle électrosoudable ou Tube + pièce de forme mâle à bout lisse.

a) Compatibilité de soudage

Les tubes et raccords en PE peuvent être produits à partir de différents polymères PE.

La compatibilité entre deux éléments s'apprécie à partir de la combinaison de :

- l'indice de fluidité des matières qui les composent. Les résines PE80 et tous les types de PE100 dont l'indice de fluidité est compris dans la plage allant de 0,2 g/10 min à 1,4 g/10 min MFR 190°C - 5 kg, sont considérés comme compatibles au soudage entre elles.
- Du diamètre nominal.
- Des SDR respectifs. Il convient de vérifier que le SDR du raccord est compatible avec le SDR du tube. La gamme de SDR compatible du raccord est donnée par le fabricant.

b) Préparation de l'assemblage

Respecter les conditions générales de mise en œuvre décrite au chapitre 7.2.2

Ovalisation :

Les tubes droits peuvent présenter un écrasement de leur section à cause de leur conditionnement et stockage. Ils sont dits ovalisés. Lorsque ce phénomène est trop important, il est préjudiciable à l'assemblage des tubes dans les raccords dont la section est parfaitement ronde. Dans ce cas, il est obligatoire de

remettre la section du tube au rond avant de procéder à la mise en œuvre à l'aide d'outillage spécifique (arrondisseur).

Vérification de l'ovalisation des tubes : SCHEMA – trois dessins, un avant, un après KO montrant un grattage latéral, un après OK montrant un arrondissement.

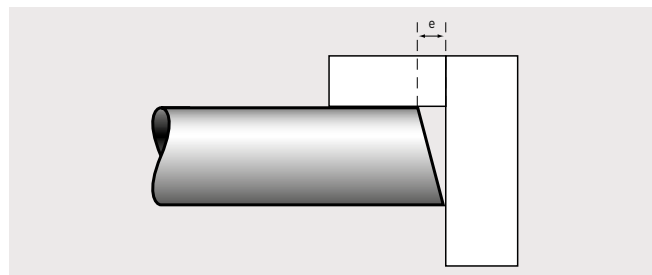
Mettre en place le positionneur.

Marquer et couper le premier tube à la longueur désirée en veillant à effectuer une coupe perpendiculaire à l'axe du tube.

La tolérance maximum d'une coupe biaisée doit être conforme aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après.

\varnothing (mm)	e	$E = 2^*e$
20	2	4
25	2	4
32	2	4
40	2	4
50	2	4
63	3	6
75	3	7
90	4	8
110	5	10
125	5	11
140	6	13
160	7	14
180	8	16
200	9	18
225	10	20
250	11	22
280	12	25
315	14	28
355	16	32
400	18	36
450	20	40
500	22	45
560	25	50
630	28	57
710	32	64
800	36	72
900	40	81
1000	45	90

Tolérance maximum d'une coupe biaisée



Placer ce tube dans le positionneur.

Présenter le deuxième tube en suivant la même procédure que pour le premier.

Gratter ensuite régulièrement toutes les surfaces à souder des tubes (une longueur de manchon sur le premier tube et une demi longueur de manchon sur le deuxième tube).

L'utilisation de papier de verre, toile émeri, lime, râpe, couteau, cutter, disqureuse est formellement interdite.

Dans le cas d'utilisation de pièces PE comportant des parties mâles lisses, même conditionnées en sachet, le grattage de ces parties est obligatoire.



Après grattage, éliminer les copeaux sur les arêtes intérieures et extérieures des tubes ou pièces mâles lisses.

Remettre les tubes au rond avec un appareil approprié.

Nettoyer les tubes avec un solvant dégraissant adapté au polyéthylène et un tissu de coton blanc propre et non pelucheux ou bien avec une serviette de dégraissage spéciale.

Attendre l'évaporation complète du solvant dégraissant.

Marquer sur chaque extrémité des tubes, de façon précise, la longueur du demi-manchon (emboîture) avec un crayon ou un marqueur PE. Prendre le manchon (toujours dans son emballage d'origine) et en nettoyer l'intérieur avec le solvant dégraissant ou la serviette spéciale.

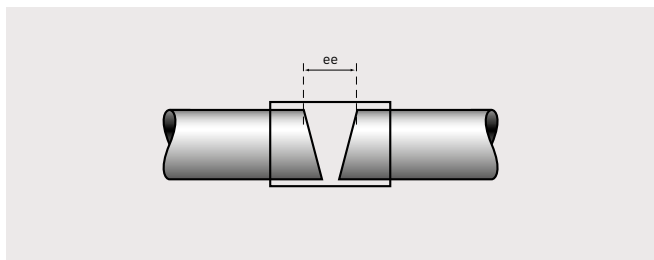
Attendre l'évaporation complète du solvant.

Placer le deuxième tube dans le positionneur.

Emboîter entièrement le manchon sur le tube qui a été gratté sur une longueur de manchon.

Redresser et aligner les tubes à l'aide du positionneur. L'espace résiduel entre les 2 faces de tubes doit être le plus réduit possible et au maximum de :

Jeu maximum entre deux tubes



Nota : dans le cas du raccordement d'un tube avec une pièce de forme mâle lisse, la valeur de la tolérance est donnée dans le tableau page 66.

Faire coulisser le manchon sur le deuxième tube jusqu'à ce qu'il se trouve bien centré entre les 2 marques.

c) Soudage

Dans le cas de l'utilisation d'un groupe électrogène pour l'alimentation de l'automate de soudage, vérifier la tension délivrée par le groupe avant le raccordement électrique de l'automate.

Si l'utilisation d'une rallonge électrique est nécessaire, la dérouler complètement. Respecter la longueur correcte pour la section de cette rallonge (ne pas dépasser 25 m avec un câble 3 x 2,5 mm²).

Suivre scrupuleusement les instructions affichées par l'automate de soudage.

Connecter le manchon aux câbles secondaires de l'automate.

La programmation du soudage peut être réalisée : par lecture d'un code à barres ou d'un QR code contenant les informations nécessaires à la réalisation du soudage, ou par un mode automatique propre au fabricant du raccord ou encore en mode manuel.

En fonction du mode choisi, l'automate guide l'opérateur dans la réalisation du soudage.

Dans le cas où une traçabilité intégrale de l'opération est souhaitée, les raccords sont livrés avec un code à barres supplémentaire à enregistrer préalablement à l'opération de soudage (suivre les instructions de la machine).

En mode manuel, suivre les instructions de soudage fournies avec le manchon. Veiller à l'affichage des bons paramètres et à la correction éventuelle du temps de soudage en fonction de la température ambiante du tube.



Vérifier le bon déroulement du soudage jusqu'à son terme puis débrancher le raccord.

Observer les indicateurs de fusion du manchon et faire une marque pour visualiser leur activation.

Indiquer sur le tube, l'heure prévue de fin de refroidissement de l'assemblage autorisant le démontage du positionneur. Le temps de refroidissement est défini par le fabricant du manchon.

A l'heure indiquée, démonter le positionneur.

On peut procéder aux essais d'étanchéité à l'air ou à l'eau suivant le fluide à véhiculer après un temps supplémentaire de refroidissement préconisé par le fabricant du raccord en fonction des pressions d'essai.

Lorsque l'on vérifie l'étanchéité avec un produit moussant, il est obligatoire de rincer à l'eau claire les parties concernées et de bien les essuyer.

7.2.3 Mise en œuvre de raccords de dérivation

Il existe également toute une gamme de raccords de formes diverses qui permet d'assurer les changements de direction, les différences de diamètres, ainsi que les dérivations.

a) Types de raccords

Principe :

Le raccordement de deux tubes de diamètres différents, que ce soit en ligne ou en angle, ou les changements de direction peuvent se concevoir selon deux principes :

1. Utilisation de pièces de forme (à bouts lisses mâles) et de manchons électrosoudables.
2. Utilisation de pièces électrosoudables « monoblocs ».

Pièces de forme à bouts lisses mâles

Ce sont des coudes à différentes angulations, des tés, des réductions, des bouchons ou des collets qui sont assemblés entre eux ou avec le tube par l'intermédiaire de manchons électrosoudables.

La préparation des pièces de forme est identique à celle des tubes (voir « Procédure de mise en œuvre de deux tubes en couronne ou touret par manchons électrosoudables ». Paragraphe « Mise en œuvre »).

La procédure de soudage des manchons doit être appliquée (voir « Procédure de mise en œuvre de deux tubes en couronne ou touret par manchons électrosoudables ». Paragraphe « Soudage »).

Pièces électrosoudables « monoblocs »

Ce sont des raccords dont les emboîtures femelles sont électrosoudables.

Leur préparation comme leur mise en œuvre s'effectuent de la même manière que pour les manchons (voir « Procédure de mise en œuvre de deux tubes en couronne ou touret par manchons électrosoudables ». Paragraphe « Soudage »).

Selles de dérivation

Ce sont des pièces qui permettent de réaliser une dérivation, directement à partir de la canalisation en Polyéthylène.



Elles se posent sur la canalisation principale. Le serrage est réalisé de façon autonome ou avec l'aide d'un positionneur.

Elles sont équipées d'un fil de résistance intégré à la périphérie de la zone de perçage.

Cette technique de dérivation permet de garantir l'étanchéité même en cas de légers mouvements des canalisations.

Selon que la canalisation est sous pression ou non, il convient de distinguer :

• les prises de branchement en charge

Ce sont des selles de dérivation électrosoudables pourvues d'un perforateur intégré. Elles permettent le branchement en charge sur la canalisation d'alimentation.

Le raccordement au tube de dérivation se fait par l'intermédiaire d'un manchon électrosoudable.

• les selles simples

Ce sont les pièces suivantes :

- colliers ou selles de ballonnement,
- colliers ou selles de dérivation à passage intégral,
- colliers et selles de renfort,
- etc...



Ces selles, une fois soudées sur le tube et après le percement hors charge de celui-ci, assurent au besoin la jonction avec la canalisation par l'intermédiaire d'un manchon.

b) Procédure de mise en œuvre des selles ou des prises de branchement

Prévoir un dégagement sous le tube PE permettant la mise en place de la selle inférieure, ou d'un positionneur.

Présenter la prise sur le tube à l'emplacement prévu, tracer le pourtour de la prise avec un crayon ou un marqueur.

Gratter régulièrement toute la surface à souder qui a été marquée, déborder de 1 à 2 centimètres tout autour.

Dégraissage - soudage - refroidissement et essais : mêmes précautions que pour le manchon.

A l'issue du temps de refroidissement, percer le tube à l'aide du perforateur intégré manœuvrable avec l'outillage spécifique de la marque de la prise. Remonter le perforateur en position haute.

Visser le bouchon.

Le montage de la pièce est effectué conformément aux indications du fabricant.

7.3 - SOUDAGE BOUT-À-BOUT

Effet cheminée

Dans le cadre de travaux neufs, la circulation d'air dans les tuyaux doit être empêchée en obstruant temporairement les extrémités de l'ouvrage de part et d'autre de l'assemblage pour éviter l'effet cheminée.

Le soudage bout-à-bout par élément chauffant est utilisé pour assembler les tubes et raccords en PE d'épaisseurs identiques et d'indices de fluidité compatibles entre eux : les résines PE80 et PE100 dont l'indice de fluidité est compris dans la plage allant de 0,2 g/10 min à 1,4 g/10 min MFR 190-5, sont considérées comme compatibles au soudage entre elles.

Ce procédé consiste à porter à la température de soudage, par un élément chauffant (miroir), les extrémités des tubes et/ou raccords.