

## **Le polyéthylène soudé : matériau du futur ?**

**Les plastiques représentent environ 10% de notre consommation de pétrole (350 000 tonnes en 1990). C'est une grande famille composée de 80 000 produits.**

**Les premières polymérisations du polyéthylène ont été réalisées aux environs de 1930 en laboratoire, mais le début de la production industrielle se situe vers 1940.**

**Les premières canalisations en PE ont été posées dans le nord de l'Allemagne après la seconde guerre mondiale en terrains fortement salins. Elles ont révélé les qualités de ce produit qui a été beaucoup amélioré depuis, aussi bien dans ses performances que dans les techniques d'assemblage et de pose.**

**Le premier raccord électrosoudable a été posé en 1956.**

**Cette technique d'assemblage, exploitée avec tous les tubes en grandes longueurs a été développée depuis 1976, principalement par GDF, qui en a fait sa technique standard concernant la rénovation et l'extension des réseaux de distribution de gaz MP 4 bars.**

**Les grandes sociétés de distribution d'eau françaises ont également adopté cette technique depuis plusieurs années, afin de créer des réseaux fiables et modernes répondant aux nouveaux besoins de ce secteur.**

### **1. L'arrosage et le polyéthylène soudé**

Dans les années 80, nous avons réalisé plusieurs études sur l'utilisation des raccords soudés dans l'arrosage, mais nous avons dû l'abandonner à cause du niveau de prix auquel nous arrivions.

Durant cette même période, l'Italie, la Suisse, l'Allemagne et l'Espagne utilisent cette technique pour l'arrosage et sont bien plus en avance que nous.

Dans les années 90, nous avons recommencé à nous y intéresser, et depuis nous avons réalisé plusieurs golfs et quelques grands espaces verts en France et en Europe avec, soient les lignes principales, soit la totalité du réseau en polyéthylène soudé.

Mais quelle est donc cette technique de soudure de tuyau et quels en sont les avantages ?

En fait, on distingue deux grands modes de soudure : l'électrofusion et la soudure bout à bout dite "au miroir"

Avant tout, quelques rappels sur le polyéthylène lui-même.

### **2. Le polyéthylène**

#### **2.1 Avantages physiques**

- Insensibilité aux agressions électriques: pas d'enrobage, pas de protection cathodique
- Résistance aux contraintes ou agressions mécaniques :
  - chocs accidentels
  - mouvements de terrain (séismes, tassements, affaissements, compactage)
  - coup de bélier, pas de massif de butée

- Résistance au vieillissement, le tube est enterré ou en fourreau (ou galerie), à l'abri des rayons U.V

#### **2.2 Avantages chimiques**

- Le PEhd est insensible aux agents chimiques rencontrés en terre, notamment dans les environnements salins.

Ceci est un atout avantageux car beaucoup de personnes se plaignent de la disparition pure et simple des boulons et écrous des raccords mécaniques dans certains sols agressifs.

#### **2.3 Avantages de mise en oeuvre**

- Le conditionnement en grandes longueurs et la souplesse du tube PEhd permettent une mise en oeuvre similaire à

celle utilisée pour les câbles électriques enterrés.

- une même technique permet la réalisation de chantiers multi-réseaux, ce qui implique des délais d'exécution réduits, et moins de gêne aux usagers :

- tranchée de faible largeur comportant simplement des niches pour les opérations de raccordement et de branchement

- adaptée à la pose en continu à la trancheuse ou sous-soleuse

- adaptée à la pose par déroulage (couronne ou touret mobile) par tirage et tubage (tube halé à partir d'une couronne ou d'un touret fixe)

- avantage du poids concernant le transport et la manutention

- avantage du conditionnement en touret pour le stockage et la manutention

- avantage de la souplesse permettant l'adaptation au profil de fond de fouille et aux changements de direction :

courbes admissibles :  $R = 25 \times \text{diamètre extérieur}$

## 2.4. La mise en oeuvre du tube PEhd

### 2.4.1. Barres droites

Le stockage sur le chantier se fera sur des surfaces planes et ne dépassera pas 3 niveaux afin d'éviter des déformations irréversibles.

Les tubes seront posés en fond de fouille en s'assurant qu'ils reposent de façon homogène sur le lit de pose.

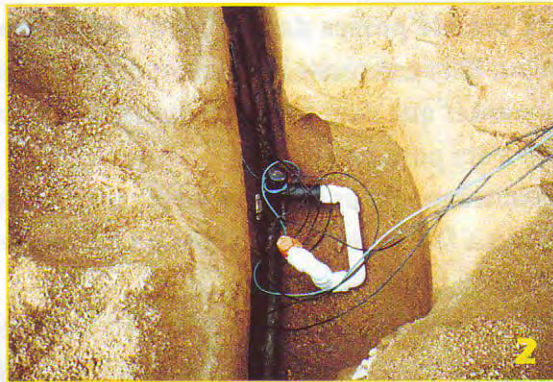
Une traversée en fourreau comportant plusieurs barres nécessitera l'épreuve avant mise en place des raccords rendus inaccessibles.

### 2.4.2 Déroulage (voir photo 1)

Lorsque la tranchée ne comporta pas d'obstacles, on peut dérouler le PE avec un touret mobile, soit directement dans la fouille, soit le long de celle-ci.

Cette technique demande peu de moyens mécaniques et présente l'énorme avantage d'avoir de grandes longueurs sans raccords.

### 2.4.3 Tirage



Lorsque la tranchée comporte des traversées d'autres concessionnaires au-dessus de la canalisation à poser ou des passages en fourreaux, on procède à une opération de tirage. Le touret est installé



à poste fixe en extrémité de chantier (remorque porte-touret, chevalet, etc...)

Les changements de direction, obstacles, chevalets sont équipés de galets de déroulage.

L'extrémité du tube est munie d'une tête de tirage adaptée permettant l'attelage (noeud de chaise ou huit de tirage) à la drisse d'un cabestan. Ce dernier permet de contrôler en permanence l'effort appliqué et se déclenche en cas de surcharge.

### 2.4.4 Tubage

Lorsqu'une ancienne canalisation peut être utilisée comme fourreau, on utilise la technique du tubage, c'est à dire que le tube PE est introduit par tirage dans la canalisation réformée. Il est nécessaire avant cette opération d'éliminer tous les accessoires (robinets, siphons, chevalets, coudes, tés, branchements, etc...) pouvant créer un obstacle au passage du tube.

## 3. L'électrofusion :

### 3.1 Principes de l'électrofusion

il s'agit d'une soudure dans l'emboîture par échauffement, d'une résistance électrique incorporée dans les emboîtures des raccords.

Après préparation des surfaces en contact, l'assemblage est fait "à sec" puis immobilisé sans contraintes.

Le raccord est connecté à une machine à souder spécifique qui, en faisant chauffer la résistance, réalise une soudure autogène des surfaces en contact, à une température de 180° C à 210° C.

L'immobilisation des constituants est maintenue jusqu'au refroidissement complet. L'assemblage réalisé est une véritable soudure.

### 3.2 Avantages de l'électrofusion

Chaque assemblage réalisé apporte un point fort à la canalisation, dans une

zone qui est traditionnellement un "nid de contraintes" et une source potentielle de fuite, par exemple un collier de prise en charges (photos 2 et 3)

L'opération d'électrofusion demande un outillage léger et peu encombrant, donc mobile et parfaitement adaptable aux conditions du chantier.

C'est la technique la mieux adaptée aux tubes conditionnés en couronnes ou tourets.

Le réseau est homogène et il n'y a pas d'autre matériau que le PE en contact avec le fluide véhiculé, donc pas de discontinuité des avantages physiques ou chimiques.

### 3.3 Les raccords électrosoudables : généralités - compatibilités.

Les raccords sont réalisés par injection : opération qui consiste, grâce à une "presse à injecter", à chauffer le PE à 210° C et à pousser dans une forme en creux dans laquelle ont été installés les composants (résistances, perforateur, etc...)

Ils sont réalisés en résine PE 80 et sont compatibles en électrosoudage avec toutes les résines PEhd servant à la fabrication des tubes.

Certaines résines PEbd (tubes en PE 32 rayés bleu suivant norme NF T 54-071) sont également électrosoudables.

Les raccords peuvent être électrosoudés sur les tubes des séries PN 6,3 inclus à PN 16 inclus.

Ils sont utilisables jusqu'à une pression de service de 16 bars et jusqu'à une température de 45° C en continue après application d'un détimbrage.

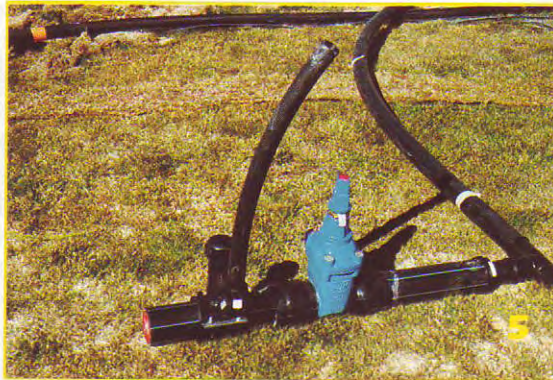
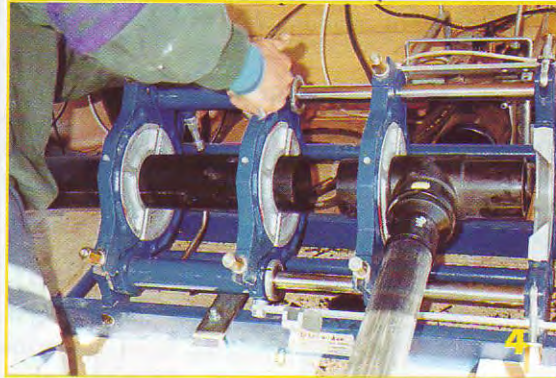
La diversité de la gamme permet de répondre aux besoins de tous les utilisateurs (eau, gaz, industries).

Les raccords de sécurité répondent aux exigences suivantes :

- Raccords NF T 54-066 ; NF T 54-079

- Robinets NF T 54-067
- Pièces de forme NF T 54-068
- PE/acier NF T 54-069

Les raccords de sécurité sont compatibles avec tous les types de tubes en



PEhd suivant la norme NF T 54-065, NF T 54-063 et les normes s'y rattachant.

### 3.4 La technique de l'électrofusion

Cette opération réalisée sur le chantier permettant de construire un réseau, à partir du tube polyéthylène et des composants électrosoudables. Si cette opération est simple, elle nécessite cependant

certaines précautions élémentaires afin de prolonger jusque dans la tranchée la chaîne de qualité imposée à ces produits.

#### 3.4.1. Les conditions climatiques

La température ambiante doit être comprise entre - 10° C et + 45° C

Le site de l'électrofusion doit être protégé, par un abri des intempéries (pluie, neige, ensoleillement excessif).

Les constituants électrosoudables ne doivent pas être en contact avec l'eau éventuelle du fond de la fouille pendant les opérations de soudage.

#### 3.4.2. Postes à souder

Le poste à souder pour le polyéthylène est un appareil spécifique permettant de fournir à l'assemblage les paramètres nécessaires (tension, temps de soudage)

Le poste à souder permet d'électrofuser des assemblages jusqu'au diamètre 500.

Les paramètres sont fournis automatiquement au poste par lecture d'un code à barres collé sur chaque raccord, ou bien le raccord est reconnu directement par la machine d'électrofusion lors de sa connexion, tout simplement.

Une sonde de température ambiante ajuste le paramétrage en fonction des conditions climatiques.

Un contrôle chimique du raccord élimine les erreurs de branchement.

Il est alimenté en 220 V-50 Hz, soit par un groupe électrogène (5KVA minimum réglé à 235 V à vide) soit par le secteur (prise 16A)

Certaines machines ont une mémoire intégrée qui permet de ressortir sur imprimante les caractéristiques des 300 dernières opérations de soudage.

Attention ! Chaque marque à sa propre machine qui soude ses propres raccords; seules certaines machines "universelles"

permettent la soudure de tout type de raccord.

#### 4. La soudure bout à bout

(dite "soudure au miroir")

Il s'agit d'une soudure par rapprochement de deux surfaces chauffées à la température de ramolissement. (photo 4)

Après immobilisation des deux tubes dans l'appareil de soudage, les extrémités sont rabotées parallèlement. Une plaque chauffante à deux faces (miroir) est serrée entre les deux tubes. Après ramolissement, les deux surfaces sont pressées l'une sur l'autre. Il en résulte une soudure autogène (photo 7 page 38)

##### 4.1. Avantages

- Pas d'achat de composants ou de faibles coûts
- Utilisable sur les très gros diamètres (180 et au-delà) pour des coûts très inférieurs aux raccords électrosoudables.

##### 4.2 Contraintes par rapport à l'électrofusion

- Pas de sécurisation (point fort des assemblages)
- Bourrelets résiduels inférieurs et extérieurs.
- Difficile à utiliser avec les tubes conditionnés en couronnes et en tourets
- Nécessité d'une mobilité longitudinale des tubes (réparations impossibles, remblaiements à l'avance impossibles)
- Outillage lourd, encombrant, souvent peu adapté aux conditions de chantier
- Incompatibilité avec les intempéries puisque la zone de soudage est à nu pendant un certain temps.

#### 5. Intérêt des deux méthodes

Les deux méthodes sont liées aux qualités et aux avantages du polyéthylène lui-même.

Tant que les raccords électrosoudables resteront à des prix élevés, l'intérêt de la soudure bout à bout se maintiendra, et surtout sur les raccords des canalisations de gros diamètres.

L'existence de vannes à électrosouder permet de ne plus avoir de boulons, ni de joints.

#### 6. Avantages économiques

Si les composants d'un réseau réalisé en PE sont d'un coût plus élevé que ceux réalisés en matériaux traditionnels, il convient d'intégrer dans le coût de chantier les gains réalisés par les avantages cités plus haut (terrassements, massifs de butée, transports, stockage, grandes longueurs, etc...)

D'autre part, les avantages d'exploitation dans le temps d'un réseau PE, (fiabilité et durée de vie), difficilement chiffrables au moment de la conception, peuvent être un élément de décision.

Enfin, l'amélioration permanente de la qualité des résines permet déjà de diminuer l'épaisseur de paroi et donc d'augmenter les débits, à diamètres extérieurs égaux, rendant ainsi le PE encore plus attrayant;

L'expérience actuelle des réseaux PE remonte à 35 ans environ, et leur fiabilité est tout à fait évidente, d'autant plus que les performances du matériau et des techniques de pose ont évolué pendant ce temps.

Enfin, l'effet de la concurrence se fait sentir. Les prix et la diversité des raccords bout à bout et électrosoudables ont déjà bien régressé et cela devrait continuer.

Aujourd'hui, les appels d'offre de très gros chantiers, tels que les réseaux d'arrosage de golf, ne dépassent guère de 10% le prix des réseaux sans soudure. Par contre, la condition première est la formation des poseurs et une organisation de chantier radicalement différente afin que l'entreprise est un juste retour financier de ses efforts.

Cette technique permet en effet de préparer toutes les soudures à l'extérieur des tranchées, sur le sol, et de contrôler

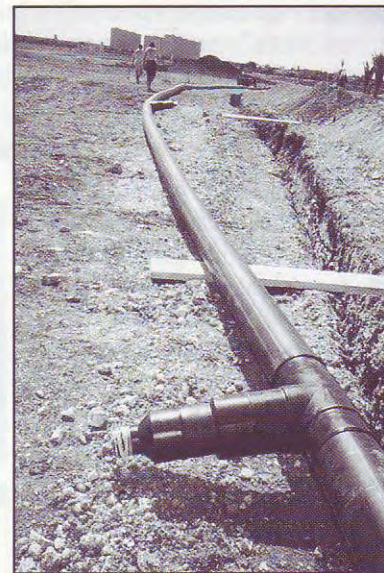


photo 7

tout le travail avant enfouissement (photos 5 et 6 pages 37 )

D'autre part, lorsque le travail est bien réalisé, le retour sur chantier pour cause de fuite est proche de zéro. Alors que c'est souvent à ce niveau que beaucoup d'entrepreneurs perdent une grosse partie de leur bénéfice.

#### 7. Conclusion

Quel est le responsable d'espace vert qui n'a pas rêvé d'avoir un réseau d'arrosage avec ZERO fuite ?

Dans les cas d'arrosages de golf réalisés avec un réseau complet en polyéthylène soudé, comme celui de Falgos (Pyrénées Orientales), ce rêve est devenu une réalité !

**Didier COMTE**  
**Consultant en construction**  
**et arrosage de golfs et**  
**espaces verts.**

##### Références bibliographiques :

- Raccords de sécurité Friatec Système Electrosoudable (avril 95)
- Crédits photos : Durapipe - Sudarrosage-Golf Imaginieur - Didier Comte