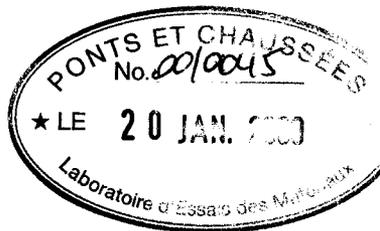


**CRITERES DE CHOIX POUR LES  
REVETEMENTS EXTERNES DES TUBES ET  
ACCESSOIRES DE CANALISATIONS EN ACIER INOXYDABLE**

---



**RECOMMANDATION**



# Table des matières

|   |    |
|---|----|
| 1. Objectif   | 3  |
| 2. Domaines d'emploi  | 3  |
| 3. Références CEECOR  | 4  |
| 4. Nuances d'acier inoxydable   | 4  |
| 5. Eléments à considérer pour les revêtements externes  | 5  |
| 6. Application de revêtements externes  | 6  |
| 7. Types de revêtements externes des tubes  | 7  |
| 7.1. Revêtements externes pour conduites enterrées ou sortant du terrain  | 7  |
| 7.2. Revêtements externes pour conduites immergées ensouillées ou non, ou en zone de marnage                              | 7  |
| 8. Types de revêtements externes des accessoires  | 8  |
| 8.1. Revêtements externes des raccords enterrés ou sortant du terrain, immergés, ensouillés ou non, ou en zone de marnage | 8  |
| 8.2. Revêtements externes des robinets  | 9  |
| 9. Revêtements externes des joints soudés de canalisations prérevêtues  | 9  |
| 10. Caractéristiques comparatives des principaux types de revêtements externes  | 10 |
| 11. Tableau de synthèse des contraintes et des essais du revêtement pour conduites enterrées                              | 11 |

## 1. OBJECTIF

Orienter le concepteur et l'utilisateur vers les revêtements externes des tubes et des accessoires de canalisations en acier inoxydable les plus appropriés par rapport au milieu dans lequel a lieu la pose, et aux caractéristiques de service du fluide à transporter.

Le document complète les documents sur les critères de choix pour les revêtements de tubes (3.1) et des accessoires (3.2) de canalisations en acier pas lié.

## 2. DOMAINES D'EMPLOI

Les conduites en acier inoxydable sont utilisées pour le transport d'eau, dans l'industrie alimentaire et, surtout, dans l'industrie chimique et pétrochimique.

Les revêtements externes qui font l'objet de la présente recommandation s'appliquent aux conduites en acier inoxydable enterrées, immergées en eau douce ou salée ou appartenant aux zones de transition (conduites sortant du sol, soumises aux marées). En effet, pour assurer la nécessaire durabilité, il est opportun de prévoir aussi pour les conduites en acier inoxydable, dans les milieux cités, une protection passive et une protection active ou cathodique, comme par les conduites en acier au carbone.

Avec certaines qualités d'acier inoxydable et certaines conditions du sol, le revêtement peut n'être pas nécessaire: en ce cas un accord entre Acheteur et Producteur doit être prévu.

Les revêtements internes ne sont pas traités dans le document, l'acier inoxydable retenu doit assurer la protection contre la corrosion de la surface interne en contact avec le fluide à transporter.

### 3. REFERENCES CEOCOR

- 3.1 Critères de choix pour les revêtements de tuyaux en acier, Secteur C/GT2 Revêtements - Ed. Avril 1992.
- 3.2 Critères de choix pour les revêtements des accessoires de canalisations en acier, Secteur C/GT2 Revêtements - Ed. Mars 1994.
- 3.3 Utilisation des aciers fortement alliés dans la construction des chauffe-eau et dans les installations de distribution d'eau, Commission 9 "Acier inoxydable" - La Tribune du Cebedeau, Mars 1978, n.412.
- 3.4 Corrosion fissurante sous contrainte de l'acier austénitique X5 Cr Ni 189 (AISI 304) sensibilisé, dans l'eau pure aux températures élevées, Commission 9 "Acier inoxydable", G. Herbsleb - La Tribune du Cebedeau, 1984, n.492.
- 3.5 Utilisation de l'acier inoxydable pour la réalisation: a) d'installation de production d'eau chaude, b) de ballons et réservoirs de stockage d'eau chaude et froide, Commission 9 "Acier inoxydable", G. Herbsleb et G. Tytgat - La Tribune du Cebedeau, 1987, n.527.
- 3.6 Corrosion externe des tubes en acier inoxydable utilisés dans les installations domestiques de distribution d'eau, Commission 9 "Acier inoxydable" - La Tribune du Cebedeau, 1980, n.439-440.

### 4. NUANCES D'ACIER INOXYDABLE

Les aciers inoxydables contenant du chrome doivent leur résistance à la corrosion à la formation d'une mince couche d'oxyde (3.3, 3.4, 3.5) exempte de pores et présentant une conductibilité électronique, couche d'oxydes composés dite "passive". Ils sont presque exclusivement utilisés sous cet état dans lequel la couche passive ralentit très fortement la cinétique de corrosion.

Il convient toutefois de noter qu'en ce qui concerne le choix des matériaux, les aciers inoxydables apparaissent comme étant une bonne solution, il n'empêche que ces matériaux présentent malgré tout certaines limites d'utilisation.

Dans le cas du transport de l'eau, on peut envisager l'emploi d'un certain nombre de nuances de type ferritique, austéno-ferritique ou austénitique. D'une façon générale, pour avoir une bonne résistance à la corrosion, on doit respecter, au moins, les deux conditions suivantes:

1. le choix des nuances à utiliser doit se faire à partir d'une définition complète et correcte du type d'eau à transporter et des conditions de fonctionnement: à titre indicatif, une concentration élevée en chlorures ( $> 200$  mg/l), un pH bas ( $< 4$ ), la présence de particules

ferritiques et à une température supérieure à 50°C pourraient détruire localement la couche de passivation et donner lieu à une corrosion par piqûres ou par fissuration intergranulaire;

2. la mise en oeuvre des aciers inoxydables et la conception des installations doivent respecter les règles du savoir-faire technique, par exemple:

- . éviter dans toute la mesure possible la formation d'oxydes pendant le soudage des tubes et des accessoires; l'oxydation du métal altère ses propriétés de résistance à la corrosion et en particulier sa résistance à la corrosion par piqûre;
- . pendant le soudage éviter aussi la formation de rayures: les rayures peuvent absorber des impuretés, chlorures etc, présents dans l'eau;
- . en cas d'assemblage par brasage à l'argent, évaluer le risque d'avoir à faire face à une corrosion interfaciale entre inox et brasure appelée corrosion incisive ou en lame de couteau.

Dans le cas de l'industrie alimentaire, chimique et pétrochimique, il convient d'étudier chaque cas séparément afin de permettre un choix judicieux des matériaux inoxydables en fonction de la variété des milieux corrosifs et des conditions de service.

## **5. ELEMENTS A CONSIDERER POUR LES REVETEMENTS EXTERNES**

Le choix du revêtement externe doit être effectué en tenant compte des facteurs mentionnés ci-dessous:

- caractéristiques des conduites
- emplacement géographique et physique
- environnement de la conduite
- accessibilité de la structure
- proximité d'autres structures
- température de service
- température ambiante et sollicitations mécaniques pendant l'application du revêtement, le transport, le stockage, le montage et l'essai hydraulique
- durabilité de la structure et coût de maintenance
- système éventuel de protection active
- conditions économiques.

Les éléments spécifiques suivants sont à considérer:

- conduites enterrées:
  - . nature du terrain: caractéristiques mécaniques, physico-chimiques et bactériologiques;
  - . sollicitations mécaniques transmises par le terrain: charges roulantes et statiques, remblai, pénétrations de racines ...;
  - . possibilité de formation de piles électrochimiques, présence de courants vagabonds provenant d'installations en courant continu ou courant de traction, proximité

d'installation de protection cathodique ou d'ouvrage sous protection cathodique, proximité de lignes de transport de courant à haute tension;

- conduites immergées en souilles ou non:
  - . type d'eau: douce, salée;
  - . sollicitations mécaniques: profondeur faible ou grande, conditions spéciales de pose ou de situation;
- conduites sortant du terrain ou en zone de marnage:
  - . nature du terrain, de l'eau et d'atmosphère;
  - . sollicitations mécaniques;

## 6. APPLICATION DE REVÊTEMENTS EXTERNES

L'application de revêtements externes sur tubes et accessoires en acier inoxydable demande une attention particulière. Il y a, en effet, quelques différences par rapport aux tubes et accessoires en acier pas lié:

- préparation de surface
  - . abrasifs en acier inoxydable ou non métalliques;
  - . décapage chimique, passivation;
- application du revêtement
  - . éviter le contact des produits en acier inoxydable avec les parties en acier pas lié de l'installation d'application (marteaux, burins, scies, racles, rouleaux, rails, éjecteurs...);
  - . les caractéristiques thermiques, mécaniques et magnétiques des aciers inoxydables sont très différentes de celles des aciers pas lié: l'applicateur doit valider ses paramètres de fabrication (température de préchauffage des tubes, consommation de matériel de revêtement ...);
  - . certains aciers inoxydables ne doivent pas être soumis à un écrouissage superficiel.

## 7. TYPES DES REVETEMENTS EXTERNES DES TUBES

Les éléments des tableaux ci-après sont issus des recommandations CEOCOR ou des normes nationales et internationales. Les valeurs concernant les épaisseurs minimales recommandées sont celles consacrées par l'usage.

### 7.1 REVETEMENTS EXTERNES POUR CONDUITES ENTERREES OU SORTANT DU TERRAIN(1)

| Revêtement                    | Constitution                      | Epaisseurs usuelles minimales: mm |     |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----|
| Polyéthylène                  | extrusion<br>trois couches        | $\varnothing \leq 100$            | 1,8 |
|                               |                                   | $100 < \varnothing \leq 250$      | 2,0 |
|                               |                                   | $250 < \varnothing < 500$         | 2,2 |
|                               |                                   | $500 \leq \varnothing < 750$      | 2,5 |
|                               |                                   | $\varnothing \geq 750$            | 3,0 |
| Polypropylène                 | extrusion<br>trois couches        | $\varnothing \leq 100$            | 1,2 |
|                               |                                   | $100 < \varnothing \leq 250$      | 1,5 |
|                               |                                   | $250 < \varnothing < 500$         | 1,8 |
|                               |                                   | $500 \leq \varnothing < 750$      | 2,0 |
|                               |                                   | $\varnothing \geq 750$            | 2,5 |
| Résines<br>thermodurcissables | polyuréthane<br>brai-polyuréthane |                                   | 1,0 |
|                               |                                   |                                   | 1,5 |

(1) Pour la partie sortant du terrain une protection solaire sera prévue.

### 7.2 REVETEMENT EXTERNES POUR CONDUITES IMMERGEES ENSOUILLEES OU NON, OU EN ZONE DE MARNAGE

| Revêtement                    | Constitution                      | Epaisseurs usuelles minimales: mm |     |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----|
| Polyéthylène                  | extrusion<br>trois couches        | $\varnothing \leq 250$            | 2,5 |
|                               |                                   | $250 < \varnothing < 500$         | 3,0 |
|                               |                                   | $\varnothing \geq 500$            | 3,5 |
| Polypropylène                 | extrusion<br>trois couches        | $\varnothing \leq 250$            | 2,0 |
|                               |                                   | $250 < \varnothing < 500$         | 2,5 |
|                               |                                   | $\varnothing \geq 500$            | 3,0 |
| Résines<br>thermodurcissables | polyuréthane<br>brai-polyuréthane |                                   | 1,0 |
|                               |                                   |                                   | 1,5 |

Une protection mécanique complémentaire par béton armé ou renforcé est recommandée au moins pour les résines thermodurcissables et dans les zones de marnage.

## 8. TYPES DE REVETEMENTS EXTERNES DES ACCESSOIRES

Le chapitre traite de tous les revêtements généralement appliqués. Ceux difficilement réalisables sur chantier sont repérés par un signe de renvoi.

### 8.1 REVETEMENTS EXTERNES DES RACCORDS ENTERRES OU SORTANT DU TERRAIN (1), IMMERGÉS (2), ENSOUILLES OU NON, OU EN ZONE DE MARNAGE

| Revêtement                 | Constitution                   | Epaisseurs usuelles minimales : mm |     |
|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----|
| Polyéthylène(3)            | Poudrage                       | $\varnothing \leq 100$             | 1,5 |
|                            |                                | $\varnothing > 100$                | 2,0 |
| Polypropylène(3)           | Poudrage                       | $\varnothing \leq 100$             | 1,2 |
|                            |                                | $\varnothing > 100$                | 1,5 |
| Polyamide (3)              | Poudrage                       |                                    | 0,8 |
| Résines thermodurcissables | Epoxydique liquide             |                                    | 0,8 |
|                            | Polyuréthane                   |                                    | 1,0 |
|                            | Brai-polyuréthane              |                                    | 1,5 |
| Matériaux rétractables(4)  | Manchon droit ou fendu, bandes |                                    | 1,5 |

(1) Pour la partie sortant du terrain une protection solaire sera prévue.

(2) Une protection mécanique complémentaire par béton renforcé est recommandée au moins pour les résines thermodurcissables et pour les zones de marnage. L'épaisseur de revêtement est généralement augmentée.

(3) Ces revêtements sont généralement réalisés en usine.

(4) Utilisés principalement pour les réparations et la reféction du revêtement au niveau des joints.

## 8.2 REVETEMENTS EXTERNES DES ROBINETS

| Revêtement                 | Constitution       | Epaisseurs usuelles minimales: mm |
|----------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Polyamide                  | Poudrage           | 0,8                               |
| Résines thermodurcissables | Epoxydique liquide | 0,8                               |
|                            | Polyuréthane       | 1,0                               |
|                            | Brai-polyuréthane  | 1,5                               |
| Matériaux rétractables     | Bandes             | 1,5                               |

## 9. REVETEMENTS EXTERNES DES JOINTS SOUDES DE CANALISATIONS PREREVETUES

Les matériaux de revêtement utilisables pour le revêtement des zones de soudure doivent répondre à deux conditions:

- être adaptés à la protection des canalisations et à ses conditions d'utilisation (pose et température de service en particulier);
- être compatibles avec le revêtement préalablement appliqué.

Les conditions d'application sont celles définies dans les spécifications des matériaux correspondantes ou, à défaut, celles convenues entre les parties concernées (fabricant du revêtement et utilisateur).

Le revêtement réalisé doit recouvrir le revêtement d'origine sur une longueur suffisante pour qu'au droit des réparations, elle réponde aux valeurs exigées dans les spécifications des matériaux concernés.

Les principaux matériaux utilisés sont des produits rétractables:

- *Manchon droit* à enfiler sur le tube avant la soudure;
- *Manchon fendu*, constitué d'une feuille à enrouler autour de l'organe à protéger et fermée au niveau du recouvrement par un dispositif approprié, tel que bande autocollante, rail de fermeture etc.; ce système, conditionné ou non aux dimensions des pièces à protéger, permet de réaliser la protection sans avoir accès à l'une des extrémités du tube ou de l'accessoire;
- *Ensemble préformé*, aux pièces à revêtir de configuration compliquée, comme les accessoires de canalisation (prises de branchement, brides...) ou les extrémités des fourreaux de canalisation par exemple; cet ensemble peut comporter, suivant la forme de

la pièce à protéger, outre des manchons droits ou fendus, de capuchons ou bouchons d'étanchéité, des pièces en T ...;

- **Bande rétractable**, constituée d'un support pré-enduit d'un adhésif à appliquer en hélice autour du tube ou du tronçon de canalisation à revêtir;
- **Produits de remplissage**, ces produits sont destinés à faciliter, grâce à leur très grande conformabilité, l'application des bandes et des matériaux rétractables sur les surfaces tourmentées (cordons de soudure, prises de branchement, brides, robinets, ...) qui peuvent se présenter sous différentes formes (bande, boudin, mastic, ...), doivent être compatibles avec tous les autres éléments du système appliqué; leur utilisation ne doit, en outre, porter aucun préjudice à la qualité du revêtement terminé.

## 10. CARACTERISTIQUES COMPARATIVES DES PRINCIPAUX TYPES DE REVETEMENTS EXTERNES(1)

| UTILISATION PRINCIPALE  | TUBES |        |       | ACCE SSOIRES |       | JOI NTS |                   |
|---|-------|--------|-------|--------------|-------|---------|-------------------|
| CARACTERISTIQUES  | PE3   | PP3    | TD    | PE1          | PP1   | PA      | MR                |
| <b>CARACTERISTIQUES MECANIQUES</b><br>(température ambiante)          |       |        |       |              |       |         |                   |
| Adhérence   | ****  | ****   | ****  | **           | **    | ***     | **/**             |
| Résistance au choc  | ****  | ****   | ***   | ***          | ****  | ***     | **                |
| Flexibilité   | ****  | ****   | **    | ****         | ****  | **      | ***               |
| Résistance au poinçonnement   | ***   | ****   | ****  | ***          | ****  | ***     | **/**             |
| <b>CARACTERISTIQUES PHYSICO - CHIMIQUES</b><br>(température ambiante) |       |        |       |              |       |         |                   |
| Imperméabilité à l'eau  | ****  | ****   | **/** | ****         | ****  | **      | ***               |
| Imperméabilité à la vapeur d'eau                                      | ***   | ***    | **    | **           | ***   | **      | ***               |
| Imperméabilité à l'oxygène  | ***   | ***    | ****  | ***          | ***   | ***     | ***               |
| Résistance décollement/pola.nég.                                      | ****  | ****   | ****  | **           | **    | ***     | ***               |
| Aptitude au stockage extérieur  | ***   | ***    | ***   | ***          | ***   | ***     | -                 |
| <b>CARACTERISTIQUES THERMIQUES</b>                                    |       |        |       |              |       |         |                   |
| Température de service Max.: +°C                                      | 60/80 | 80/100 | 40/80 | 40/50        | 60/80 | 50/60   |                   |
| Température de service Min.: -°C                                      | 20/30 | 20/30  | 20    | 0            | 0     | 0       | 30/80(2)<br>20/30 |

### Légende

\* = Médiocre    \*\* = Moyenne    \*\*\* = Bon    \*\*\*\* = Excellent

PE3 = Polyéthylène 3 couches    PP3 = Polypropylène 3 couches

TD = Thermodurcissables    PE1 = Polyéthylène poudrage

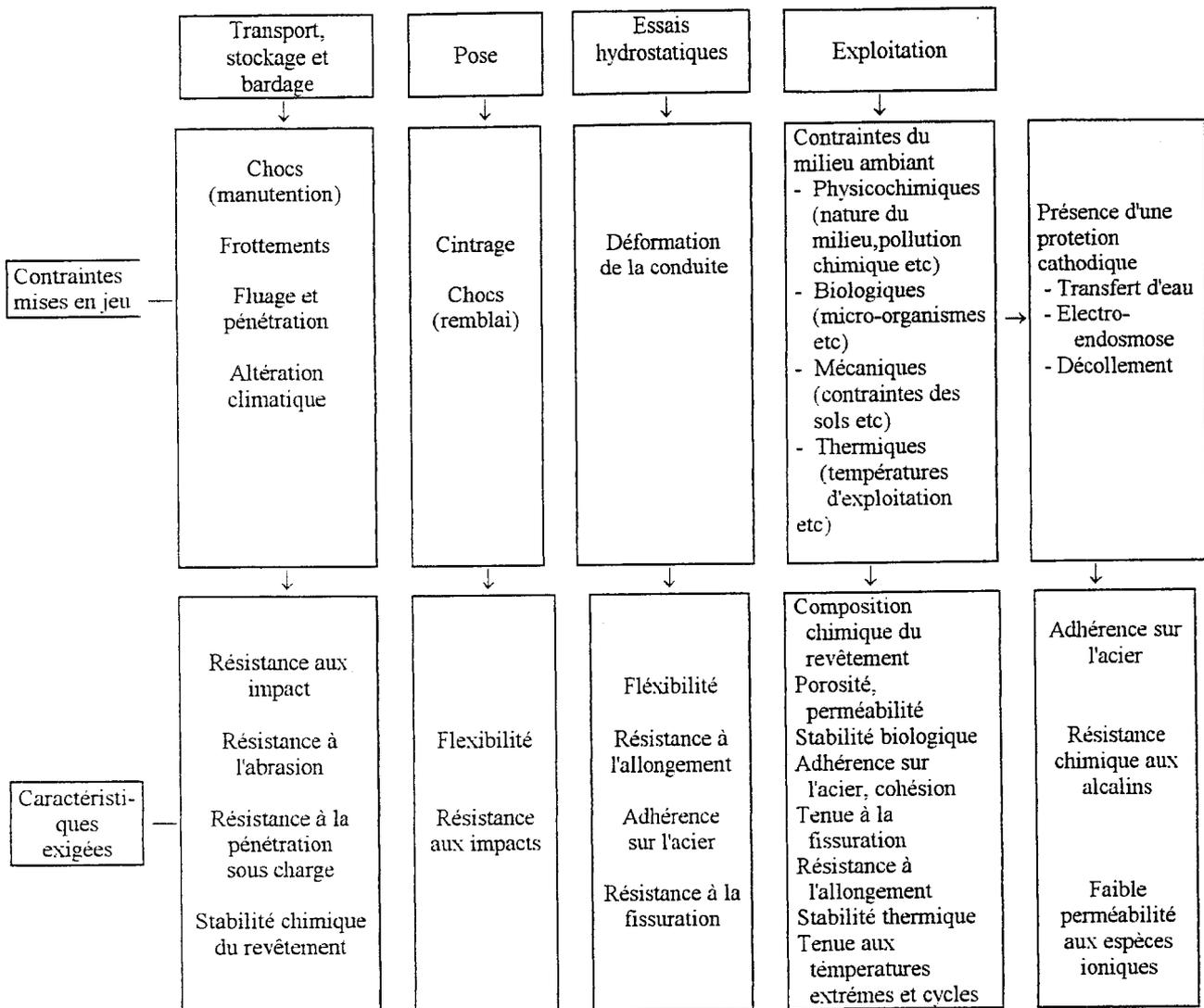
PP1 = Polypropylène poudrage    PA = Polyamide

MR = Matériaux rétractables

(1) Le tableau donne les caractéristiques comparatives des différents produits de revêtement. Les valeurs sont données à titre indicatif. Relativement à la température de service est nécessaire une vérification de la tenue selon le type de produit, de formation et d'application.

(2) Des systèmes appliqués à chaud permettent d'obtenir des revêtements utilisables à des températures de service d'environ 100°C.

# 11. TABLEAU DE SYNTHÈSE DES CONTRAINTES ET DES ESSAIS DE TENUE DU REVÊTEMENT POUR CONDUITES ENTERRÉES



Note: Contraintes subies par un revêtement et leur transposition en essais types pour évaluer la tenue du revêtement.

**CRITERES DE CHOIX POUR LES REVETEMENTS EXTERNES DES TUBES ET DES  
ACCESSOIRES DE CANALISATIONS EN ACIER INOXYDABLE**

---

## **Recommandation**

**CEOCOR**  
**C/o CIBE**  
rue aux Laines 70  
**B 1000 BRUXELLES (BELGIQUE)**  
Phone ++32 2 518 84 01 \* Fax ++32 2 518 84 30 - E-mail [www.CEOCOR.lu](http://www.CEOCOR.lu)  
Mai 1998

**Secteur C Matériaux - Groupe de Travail Revêtements:**  
**Animateur M. Romagnoli (I), Studio Associato Romagnoli**  
**D. Copin (F), CEFRACOR/Lyonnaise des Eaux**  
**E. Di Caprio (I), Ecole Polytechnique de Milan**  
**P. Guidetti (I), Montell**  
**J. Mailliard (F), Pont à Mousson**  
**G. Rouleau (F), Gaz de France**