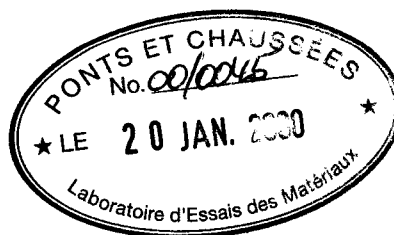


CEOCOR
COMITE D'ETUDE DE LA CORROSION
ET DE LA PROTECTION DES CANALISATIONS

**CRITERES DE CHOIX POUR LES REVETEMENTS
DES CANALISATIONS EN FONTE**

Edition Janvier 2000

SECTEUR C, MATERIAUX
GT2 REVETEMENTS



SOMMAIRE

1 OBJECTIF

2 DOMAINE D'APPLICATION

3 REFERENCES

4 LES DIFFERENTS TYPES DE REVETEMENT

5 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES REVETEMENTS STANDARD

51 Revêtement extérieur au zinc

52 Revêtement intérieur au mortier de ciment (eau et assainissement)

6 COMPARAISON DES DIFFERENTS TYPES DE REVETEMENT

ANNEXES

- Mécanisme de protection du revêtement extérieur au zinc.
- Mécanisme de protection du revêtement intérieur au mortier de ciment

CRITERES DE CHOIX POUR LES REVETEMENTS DES CANALISATIONS EN FONTE

1 OBJECTIF

Ce guide est destiné aux utilisateurs de canalisations en fonte - exploitants de réseaux ou prescripteurs - pour sélectionner les protections correctes (domaine d'emploi, coût, facilité de pose, facilité d'utilisation) des tuyaux, raccords et accessoires en fonte contre les actions mécaniques et/ou corrosives :

- a) du milieu extérieur (sols, atmosphères, eaux,...)
- b) du fluide transporté (eau potable, eaux usées, eaux brutes, gaz).

2 DOMAINE D'APPLICATION

Les revêtements extérieurs et intérieurs qui font l'objet de la présente recommandation s'appliquent aux canalisations en fonte (tuyaux, raccords et accessoires) :

- pour le transport et la distribution d'eau potable ou pour l'irrigation
- pour la distribution de gaz
- pour l'assainissement ou l'évacuation des eaux usées

installées en réseaux enterrés, aériens, ou dans les bâtiments.

3 REFERENCES

31 NORMES

La définition générale des tuyaux et raccords en fonte (domaine d'emploi, type de fonte, épaisseurs et résistance mécanique, spécification de résistance à la pression et d'étanchéité, joints,...) est fournie par 4 normes européennes :

- EN 545 Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour canalisation d'eau. Décembre 1994
- EN 969 Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour canalisations de gaz. Décembre 1995
- EN 598 Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour l'assainissement. Décembre 1994
- prEN 877 Tuyaux et raccords en fonte, leurs assemblages et accessoires destinés à l'évacuation des eaux des bâtiments

Ces normes européennes sont applicables sans modification, dans tous les pays de la CEE et de l'EFTA, où elles ont été transcrites en normes nationales.

Les principaux autres textes de référence concernant plus spécifiquement les revêtements sont:

- Normes internationales :
 - ISO 4179 Tuyaux en fonte ductile pour canalisations avec et sans pression. Revêtement interne au mortier de ciment centrifugé. 1985
 - ISO 8179 Tuyaux en fonte ductile. Revêtement extérieur au zinc
 - Partie 1 : Zinc métallique et couche de finition. 1995
 - Partie 2 : Peinture riche en zinc et couche de finition. 1995
 - ISO 8180 Canalisations en fonte ductile. Manche en polyéthylène. 1985

- Projets de normes européennes :
 - pr EN 12 501-1 Protection of metallic materials against corrosion. Corrosion likelihood in soil. Part 1 General.
 - pr EN 12 501-2 Protection of metallic materials against corrosion. Corrosion likelihood in soil. Part 2 Low-alloyed and non-alloyed ferrous materials.
 - pr EN 50 162 Protection against corrosion by stray current from direct current systems
 - pr EN xxx Ductile iron pipes, fittings and accessories. External coatings for pipes in highly aggressive soils (WI 00203017 of CEN/TC203)
 - pr EN xxx Ductile iron pipes, fittings and accessories. Epoxy coatings for fittings and accessories (WI 00203018 of CEN/TC203)

- Normes nationales européennes :
 - DIN 30674 Coating of ductile iron pipes
 - Part 1 : Polyethylene coating. 1982
 - Part 2 : Cement mortar coatings. 1992
 - Part 3 : Zinc coating with protective covering. 1982
 - Part 4 : Bitumen coating. 1983
 - Part 5 : Polyethylene sleeving. 1985
 - NF A 48851 Tuyaux en fonte à graphite sphéroïdal pour canalisation avec pression. Revêtement extérieur en polyuréthane. 1985
 - BS 6076 Polymeric film for use as a protective sleeving for buried iron pipes and fittings (for site and factory application). 1996
 - DIN 3475 Korrosionsschutz durch Innenemaillierung. 1993
 - DIN 3476 Korrosionsschutz durch EP-Innenbeschichtung aus Pulverlack bzw. Flüssiglacken. 1996

- Recommandations du CEOCOR :
 - Recommandations pour le revêtement intérieur en mortier de ciment des conduites métalliques neuves en acier et en fonte. Trib. Cebedeau N°461 1982
 - Recommandations pour le revêtement interne des canalisations en fonte ductile et en acier au moyen de résines thermodurcissables. Trib. Cebedeau N°493 1984

32 REGLEMENTATION

Directive du Conseil des Communautés Européennes 98/83/CEE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, du 3 novembre 1998

33 BIBLIOGRAPHIE

- 1) M. PARIS " Zinc based coating for protecting gray and ductile iron pipes against corrosion "
1^{ère} Conf. Int. Sur la protection intérieure et extérieure des tuyaux. Sept. 1975 – BHRA.
- 2) R. MARCHAL " Protection of buried ductile iron pipelines with a zinc based coating : healing power and coating damages ", 4^{ème} Conf. Int. Sur la protection intérieure et extérieure des tuyaux. Sept 1981 – BHRA
- 3) M. LANGENFELD " La protection externe des canalisations en fonte ductile : expérience acquise sur le revêtement zinc ". Juin 1984. Journées d'Etude de l'ANSEAU.
- 4) DIPRA " Test site report : zinc clad pipe studies of 1979, with bituminous overcoating ".
- 5) Japanese National Committee for ISO/TC.5/SC2 " Zinc based coating for protection of ductile iron pipes against soil corrosion ". Juin 1989
- 6) W. WOLF and M. LANGENFELD. " Technologie-Report über duktile Gussrohre mit Zinkspritzüberzug und Deckbeschichtung " FGR 21, 1986, pp 36-43.
- 7) MILLER. " Durability of cement mortar linings in cast iron pipes ", Journal AWWA, juin 1965
- 8) POURBAIX. " Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions ". Pergamon Press, Oxford 1966
- 9) P.SOUKATCHOFF. " Etude de résistance à l'eau douce de quelques ciments " Matériaux et Constructions (RILEM), n°104, mars-avril 1985
- 10) P.SOUKATCHOFF. " Résistance des mortiers aux eaux agressives " TSM-L'EAU Avril 1990, pages 197 à 201
- 11) J.M.HOFMANN. " Zinc coatings for the external protection of ductile iron water mains ". PHD thesis, UMIST. April 1990.
- 12) " Guide de protection des canalisations d'eau et de gaz " Editions Techniques & Documentation Lavoisier. 1987

4 LES DIFFERENTS TYPES DE REVETEMENT

Les canalisations en fonte sont aujourd'hui systématiquement revêtues. Les revêtements utilisés sont :

- a) revêtements " standard ", adaptés à la majorité des utilisations pour l'application considérée
- b) revêtements " spéciaux " destinés à se substituer aux revêtements " standard " lorsque les conditions de corrosivité intérieure ou extérieure deviennent très sévères.

Le tableau 1 fournit la liste des principaux revêtements extérieurs utilisés sur les tuyaux en fonte.

Note : On remarquera que la protection cathodique n'est pas normalement pratiquée sur les canalisations en fonte enterrées. Cela est dû au caractère électriquement discontinu des canalisations en fonte, constituées de tuyaux, de raccords et d'accessoires assemblés par des joints en caoutchouc. Contrairement au cas des structures enterrées électriquement continues (conduites en acier à joints soudés), les canalisations en fonte ne génèrent pas de macropiles de grande étendue (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres, voire des kilomètres) contre lesquelles la protection cathodique est un complément indispensable. Revêtues en général de zinc métallique, les canalisations en fonte enterrées sont protégées des minipiles et macropiles de faible étendue. (12). C'est également grâce à ce caractère électriquement discontinu que les canalisations enterrées en fonte ductile sont moins susceptibles de drainer les courants vagabonds éventuellement présents dans le sous-sol (voisinage de lignes de traction électrique à courant continu pour tramway ou chemin de fer, d'une protection cathodique appliquée sur une autre structure métallique,...).

Les tableaux 2 et 3 fournissent respectivement la liste des revêtements intérieurs des tuyaux et des revêtements des raccords.

**TABLEAU 1. REVETEMENT EXTERNE DES TUYAUX
ENTERRES, IMMERGÉS OU AÉRIENS**

Revêtement	Constitution	Epaisseurs minimales
MILIEUX COURANTS (Revêtement " standard ")		
Zinc + bouche pores	une couche métallisée une couche de peinture bitumineuse ou époxydique	130 g/m ² 70 microns
MILIEUX CORROSIFS (Revêtements " spéciaux ")		
Zinc + bouche pores + manche polyéthylène	une couche métallisée une couche de peinture un film	130 g/m ² 70 microns 200 microns
Polyéthylène	une couche extrudée sur un adhésif thermofusible	1,8 mm (DN ≤ 100) 2,0 mm (DN ≤ 250) 2,2 mm (DN ≤ 450) 2,5 mm (DN ≤ 700) 3,0 mm (DN > 700)
Polyuréthane	une couche pulvérisée sur surface grenillée	700 microns
Zinc +adhésif + fibres-ciment	une couche métallisée une couche appliquée une couche projetée	130 g/m ² 0,1 mm 4,0 mm (DN ≤ 300) 5,0 mm (DN ≤ 600) 6,0 mm (DN > 600)
Bandes anticorrosives en plastique	une couche enroulée avec un recouvrement de 50%	1,6 mm
INTERIEUR DES BATIMENTS		
Peinture d'apprêt acrylique ou glycérophtalique	une couche pulvérisée	30 microns

TABLEAU 2. REVETEMENT INTERNE DES TUYAUX

Revêtement	Constitution	Epaisseurs minimales
EAUX POTABLES (Revêtement " standard ")		
Mortier de ciment CHF (1) ou CPA (2)	une couche centrifugée ou appliquée par projection	2 mm (DN ≤ 300) 3 mm (DN ≤ 600) 3.5 mm (DN ≤ 1200) 6 mm (DN ≤ 2000)
ASSAINISSEMENT (Revêtement " standard ")		
Mortier de ciment alumineux	une couche centrifugée ou appliquée par projection	2 mm (DN ≤ 300) 3 mm (DN ≤ 600) 3.5 mm (DN ≤ 1200) 6 mm (DN ≤ 2000)
EVACUATION BATIMENT		
Peinture époxydique	une couche pulvérisée	50 microns
GAZ		
Peinture bitumineuse	une couche pulvérisée	50 microns
EAUX POTABLES AGRESSIVES (Revêtements " spéciaux ") (3)		
Mortier de ciment alumineux	une couche centrifugée ou appliquée par projection	2 mm (DN ≤ 300) 3 mm (DN ≤ 600) 3.5 mm (DN ≤ 1200) 6 mm (DN ≤ 2000)
Mortier de ciment +bouche pores (4)	cf. ci-dessus + une couche pulvérisée	cf. ci-dessus + 100 microns
EFFLUENTS CORROSIFS (Revêtements " spéciaux ")		
Polyuréthane (5)	une couche sur surface grenillée	1,5 mm
Époxy liquide	une couche sur surface grenillée	250 microns

(1) Ciment de Haut-Fourneau

(2) Ciment Portland

(3) Eau agressive : eau attaquant le calcaire. Eau corrosive : eau attaquant le fer

(4) Couche de revêtement bitumineux ou époxydique, semi-perméable, parfois désignée par " seal-coat "

TABLEAU 3. REVETEMENT DES RACCORDS ET DES ACCESSOIRES

Revêtement	Constitution	Epaisseurs minimales
EAUX POTABLES OU GAZ		
Intérieur et extérieur		
Peinture bitumineuse	Trempé ou pulvérisation	100 microns
Peinture époxydique	Une couche électrodéposée	70 microns
Intérieur seulement		
Mortier de ciment	Projection par turbine	3 mm
Email	Application puis cuisson	150 microns
ASSAINISSEMENT ou MILIEUX CORROSIFS		
Intérieur et extérieur		
Epoxy poudre	Pulvérisation ou lit fluidisé	250 microns
Epoxy liquide	Pulvérisation	150 microns
EVACUATION BATIMENT		
Intérieur et extérieur		
Epoxy poudre	Pulvérisation ou lit fluidisé	150 microns
Peinture époxydique	Une couche électrodéposée	70 microns

5 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES REVETEMENTS “ STANDARD ”

51 Revêtement extérieur au zinc :

Le revêtement extérieur à base de zinc métallique constitue la protection normalement spécifiée et utilisée pour les tuyaux en fonte ductile. Son mécanisme de protection est décrit en annexe.

La couche de zinc est obligatoirement revêtue par une couche de finition ou “ bouche-pores ” constituée d'une peinture bitumineuse ou époxy, dont l'épaisseur ne doit pas être inférieure à 70 microns.

Le revêtement en zinc protège efficacement les tuyaux contre la corrosion par les sols, à l'exception de quelques cas :

- sols de basse résistivité électrique (inférieure à 1500 ou 2500 ohms.cm selon les cas)
- sols à forte acidité (pH inférieur à 5,5 ou à 6 selon les cas)
- zones soumises à des courants vagabonds
- terrains pollués ou contenant des déchets industriels (charbon, scories...)

52 Revêtement intérieur au mortier de ciment

Le revêtement intérieur en mortier de ciment est la protection normalement spécifiée et utilisée pour les tuyaux en fonte transportant de l'eau potable ou des effluents domestiques. Son mécanisme de protection est décrit en annexe.

Les limites d'emploi des revêtements en mortier de ciment peuvent être définies comme suit :

a) en eau potable

Le mortier de ciment est d'usage quasi-général avec les eaux potables qui sont conformes à la Directive Eau Potable de la CEE, selon laquelle les eaux destinées à la consommation humaine ne devraient être ni agressives, ni corrosives. En pratique, ces eaux devraient être moyennement minéralisées (dureté calcique d'au moins 8 degrés français, soit 32 mg/l de calcium), proches de leur pH d'équilibre (à moins de 0,2 unités de ce pH) et modérément conductrices (conductivité inférieure à 400 μ S/cm) pour tenir compte de la présence fréquente de matériaux métalliques peu ou non revêtus dans les réseaux de canalisation. L'utilisation du mortier de ciment peut être limitée lorsque :

- les eaux sont exceptionnellement douces et agressives, et le temps de séjour en canalisation est long. La durabilité et les qualités anti-corrosion du revêtement ne sont pas mises en cause, comme cela a été démontré par des essais de longue durée (9)(10). Mais les eaux transportées tendent à se remettre à l'équilibre au contact du mortier de ciment, ce qui peut provoquer des augmentations de pH indésirables.
- l'analyse minérale de l'eau ne doit pas changer au cours de son transport en canalisation. Il y a en effet toujours des échanges de sels minéraux entre le mortier de ciment et l'eau

b) en assainissement

Les réglementations interdisent en général le rejet des effluents dans le réseau public, dont le pH est inférieur à 5 et dont la température est supérieure à 35°C. Les mortiers de ciment alumineux, dont la résistance s'étend dans une gamme de pH4 à pH12 en continu (pH3,5 en pointe) sont donc bien adaptés. Leurs limites peuvent être atteintes :

- lorsque les rejets ont une composition particulière (rejets industriels). Un examen au cas par cas est alors nécessaire.
- lorsque des conditions de fermentation septique sont réunies en égout, conduisant à la formation d'hydrogène sulfuré puis d'acide sulfurique, par activité bactérienne. Ces conditions, qui sont dangereuses d'une façon générale, peuvent résulter de défauts de conception du réseau d'assainissement (temps de séjour des effluents en réseau, aération, zones de stagnation,...) et se localiser à certains tronçons particuliers de ce réseau (sorties de sections de refoulement, par exemple).

6 COMPARAISON DES DIFFERENTS TYPES DE REVETEMENT

Les tableaux 4 et 5 présentent, à titre indicatif et de façon qualitative, les caractéristiques comparées des revêtements extérieurs et des revêtements intérieurs des canalisations en fonte.

Ils doivent être utilisés avec prudence :

- seules des notations qualitatives étant utilisées dans ces tableaux, les normes citées en référence devront être consultées pour connaître les caractéristiques précises des différents revêtements
- selon les conditions d'utilisation, les caractéristiques utiles peuvent varier. Il faut, dans chaque cas, analyser les besoins pour sélectionner les caractéristiques les plus importantes, puis choisir la ou les solutions techniquement adaptées. Le revêtement le mieux adapté pour une utilisation donnée n'est pas nécessairement celui qui a le meilleur total.
- les performances des différents revêtements, pour une caractéristique d'emploi considérée, ne sont pas toujours directement comparables ni mesurables à l'aide des mêmes outils. Par exemple, la résistance aux chocs d'un revêtement actif (type zinc pour l'extérieur ou mortier de ciment pour l'intérieur) ne se mesure pas de la même façon que pour un revêtement passif (type polyéthylène ou epoxy) en vérifiant l'absence de porosité ou de défaut consécutive à un choc donné.
- l'échelle des appréciations fournies par les tableaux 4 et 5, qui utilise quatre niveaux, est arbitraire. Elle traduit l'appréciation générale des experts ayant rédigé le document.

**TABLEAU 4– COMPARAISON DES REVETEMENTS EXTERNES
DES CANALISATIONS EN FONTE ENTERREES**

Caractéristiques	TUYAUX						RACCORDS		
	Zinc	Zinc + MPE (1)	Poly éthylène	Poly uréthane	Fibres Ciment	Bandes anti corrosives	Peinture Bitume	Peinture époxy- dique	Epoxy poudre
Mécaniques									
- Chocs	++	+	+	+	++	+	+	+	+
- Poinçonnement	++	-	+	+	++	+	+	+	+
- Adhérence	+	-	+	++	++	-/+	+	+	++
Pose									
- Coupe et montage(2)	+++	+	+	++	+	+	NS	NS	NS
- Branchements	+++	+	++	++	+	+	NS	NS	NS
- Lit de pose (enterré)	++	-	+	+	+++	-	+	+	+
- Stockage / Transport	++	-	+	+	++	-/+	+	+	+
Anticorrosion									
- $\rho > 2500 \Omega.cm$	+	+	++	++	+	++	+	+	++
1500 < ρ < 2500 $\Omega.cm$	-	+	+	+	+	+	-	-/+	+
- $\rho < 1500 \Omega.cm$	-	-	+	+	+	+	-	-	+
- Terrains pollués	-	-/+	++	++	+	+	-	-/+	++
- Courants vagabonds	-	-/+	++	++	-	++	-	-	++
- Macropiles (3)	++	++	++	++	++	++	-	+	++
Température (°C)									
- Froid (T _{mini})stockage	- 30	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	- 30	- 30	- 20
- Chaud (T _{max})service	+ 50	+ 50	+ 50	+ 60	+ 50	+ 40	+ 30	+ 40	+ 60

- (1) Manche polyéthylène
(2) Montage du joint après la coupe du tuyau
(3) Risque de concentration de corrosion sur les défauts du revêtement

Comportement du revêtement :

- : insuffisant
+ : suffisant
++ : supérieur
+++ : excellent
NS : non significatif, non pertinent

**TABLEAU 5 – COMPARAISON DES REVETEMENTS INTERNES
DES CANALISATIONS EN FONTE**

Caractéristiques	TUYAUX						RACCORDS	
	Peinture bitume	Mortier Ciment CPA (1)	Mortier Ciment CHF (2)	Mortier Ciment CAL (3)	Mortier Ciment +B.P. (4)	Poly uréthane	Peinture époxydique (5)	Epoxy Poudre
Mécaniques								
- Chocs	+	++	++	++	++	+	+	+
- Adhérence	+	+	+	+	+	++	+	++
Pose								
- Coupes	+	+	+	+	+	+	NS	NS
- Branchements	+	+	+	+	+	+	NS	NS
- Stockage/transport	++	+++	+++	+++	++	+	+	+
Eaux brutes ou potables								
- Alimentarité (6)	-	+	+	-/+	- (7)	-/+	+	+
- Eaux agressives (8)	-/+ (9)	-	-/+	+	+	++	++	++
Assainissement								
- Effluents publics	-	+	+	++	+	++	+	++
- Effluents industriels	-	-	-	-/+ (10)	-	+	-	+
- Abrasion	-	+	+	++	-	++	-	+
- Fermentation septique	-	-	-	-/+ (10)	-	++	-	++
Températures (°C)								
- Froid (T mini stockage)	- 30	- 30	- 30	- 30	- 30	- 20	- 30	- 20
- Chaud (T max service)	+ 40	+ 60	+ 60	+ 60	+ 40	+ 50	+ 40	+ 60

(1) Ciment Portland

(2) Ciment de Haut Fourneau

(3) Ciment Alumineux

(4) Bouche-pores

(5) Eau potable ou brute : 70 microns

Assainissement : 50 microns

(6) Compatibilité avec l'eau potable selon réglementations nationales

(7) Sauf si bouche-pores époxy ou acrylique

(8) Dureté calcique < 8°

(9) Selon la corrosivité de l'eau

(10) Limité à pH 4 en continu

Comportement du revêtement : NS : non significatif, non pertinent

- : insuffisant + : suffisant

++ : supérieur +++ : excellent

ANNEXES

Mécanisme de protection du revêtement extérieur au zinc

Mécanisme de protection du revêtement intérieur au mortier de ciment

REVETEMENT EXTERIEUR AU ZINC

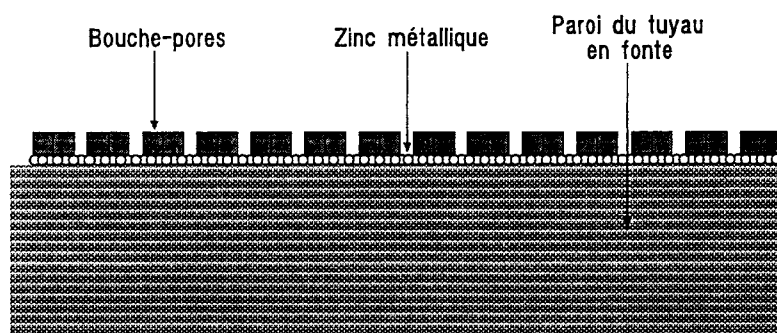
Ce revêtement est spécifié, sur les tuyaux en fonte ductile enterrés, par les normes EN 545, EN 598 et EN 969 (chapitre 442) pour, respectivement, les tuyaux pour l'eau, pour l'assainissement et pour le gaz. Il est également spécifié par la norme ISO 8179.

Historique

Le revêtement au zinc a été mis au point au cours des années 50 par notamment des essais de longue durée en laboratoire et en terrain. Il a été introduit en Europe d'abord sur les tuyaux en fonte grise puis sur les tuyaux en fonte ductile à partir de 1958. Il est aujourd'hui appliqué par l'ensemble des producteurs européens et est aussi offert par les fabricants japonais, américains, indiens,...

Constitution

La figure ci-dessous illustre la constitution de ce revêtement.



Le zinc est appliqué en usine sur la surface propre et sèche des tuyaux, en général juste après le traitement thermique de ferritisation des tuyaux. La couche de zinc est en général mise en place sur le tuyau par la technique du pistolet à arc électrique, c'est-à-dire par projection de gouttelettes de métal métallique fondu à partir de deux fils de zinc entre lesquels un arc électrique est provoqué. D'autres techniques permettent aussi d'obtenir un résultat équivalent : pistolet à flamme, projection à partir d'un bain de zinc fondu,...

L'épaisseur minimale spécifiée par les normes pour cette couche de zinc métallique est de 130 g/m² de surface. Plusieurs fabricants offrent toutefois en standard une épaisseur minimale de 200 g/m².

La couche de zinc est obligatoirement revêtue par un bouche-pores ou "couche de finition" constitué d'une peinture bitumineuse ou époxy et dont l'épaisseur ne doit pas être inférieure à 70 microns. Ce revêtement bouche-pores joue un double rôle :

- pour la protection anticorrosion, il contrôle l'activité du zinc et permet la formation d'une couche stable constituée de sels complexes de zinc
- il permet de donner au tuyau sa présentation finale, et notamment sa couleur (en général : noir pour l'eau potable et le gaz, et rouge pour l'assainissement)

Remarques:

- l'application du zinc par galvanisation n'est pas actuellement pratiquée sur les tuyaux en fonte ductile.
- la norme ISO 8179 admet comme variante à la projection de zinc métallique l'application d'une couche de peinture riche en zinc (plus de 85 % de zinc en masse) dont le liant est soit organique (époxy) soit minéral (silicate).

Mécanisme de protection

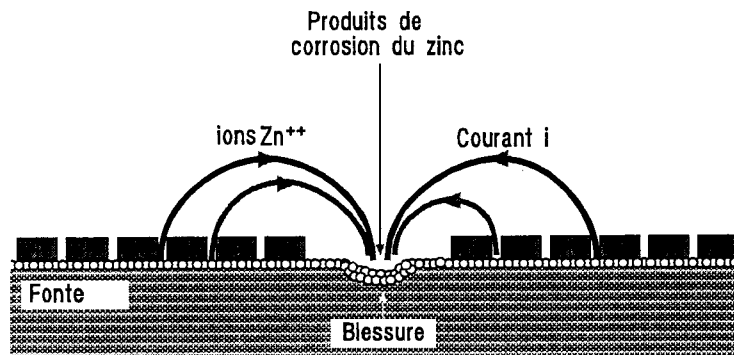
Le revêtement extérieur à base de zinc est un revêtement de type "actif" par opposition aux revêtements "barrière" qui isolent la fonte du terrain.

Son mécanisme de protection a été étudié en laboratoire et en terrain d'essais et a fait l'objet de plusieurs publications (1) (2) (3) (4) (5) (6) (11)

Deux mécanismes sont en jeu :

- la formation d'une couche de protection stable sur la surface du tuyau, qui résulte de la transformation lente du zinc en sels complexes de zinc (oxydes, carbonates, oxychlorures,...) au contact du sol. Ces sels sont insolubles et la couche, lorsqu'elle est bien formée, est dense, imperméable et adhérente à la surface.
- la cicatrisation des blessures. Une des principales particularités du revêtement zinc est sa capacité à protéger la fonte aux endroits où des blessures (dus aux chocs, au transport...) l'ont mise à nu. Ceci est dû à l'action galvanique du zinc métallique, dont le potentiel électrochimique permet de mettre la blessure (de petite surface) en position cathodique par rapport à la surface courante du tuyau, évitant ainsi le développement d'une corrosion locale rapide.

La figure ci-dessous illustre schématiquement ce mécanisme de protection.



Protection complémentaire par manche en polyéthylène

L'application d'une manche en polyéthylène sur le tuyau, si elle est correctement effectuée, permet d'étendre le domaine d'emploi du revêtement en zinc. Elle constitue en effet autour du tuyau un espace confiné à l'intérieur duquel l'eau du terrain, quoique éventuellement présente, est très peu renouvelée, ce qui limite son action corrosive. Elle coupe, par ailleurs, par sa présence entre le tuyau zingué et le milieu extérieur, l'effet des hétérogénéités du terrain, rendant le zinc moins vulnérable aux actions des macroéléments géologiques ou dus à l'aération différentielle. Enfin, la manche en polyéthylène est suffisante pour détourner de la canalisation les courants vagabonds, à l'exception des zones de très fort gradient électrique (voir prEN 50 162), en faisant en sorte que la canalisation ne soit plus le chemin de moindre résistivité dans le terrain.

L'efficacité de ce complément au revêtement en zinc dépend directement de la qualité de son application (en général, sur le chantier de pose). Il est en particulier important que la manche en polyéthylène soit bien plaquée sur le tuyau zingué, et que ses extrémités soit bien fermées, (tuyau par tuyau et joint par joint), afin d'éviter le plus possible la circulation d'eau entre tuyau et manche, ainsi que la formation de poches de terrain ou d'eau.

REVETEMENT INTERIEUR AU MORTIER DE CIMENT

Ce revêtement est spécifié par les normes EN 545 (chapitre 442) et EN 598 (chapitre 443), ainsi que par la norme ISO 4179.

Pour l'eau potable, les normes prévoient en général l'utilisation de ciments Portland (= CPA), ou à haute teneur en laitier (Ciment de Haut-Fourneau = CHF). Pour l'assainissement public, les normes prévoient l'utilisation de ciment à haute teneur en alumine (= CAL).

Historique

Les premières références de revêtement en mortier de ciment se trouvent aux Etats-Unis, dans les années 1920 (7).

Il s'est généralisé sur les canalisations en fonte destinées à l'eau potable dans les années 50, remplaçant les traditionnels " revêtements noirs ".

Constitution

Les mortiers de ciment utilisés sont composés uniquement de sable propre, d'eau potable et de ciment. Ils sont mis en place dans les tuyaux selon deux types de procédés :

- a/ la méthode de centrifugation, qui permet de compacter énergiquement le mortier et d'expulser l'eau excédentaire
- b/ la méthode de projection, où le mortier (en général plus riche en ciment) est distribué par une turbine qui se déplace à l'intérieur du tuyau.

Après mise en place, le mortier est mûri en atmosphère contrôlée (température, humidité), assez longtemps pour atteindre une résistance suffisante.

Mécanisme de protection

Le revêtement en mortier de ciment est un matériau poreux qui agit comme une protection active. Il neutralise l'agressivité potentielle de l'eau qui le pénètre en augmentant son pH jusqu'à des valeurs de 11 à 13, avant qu'elle n'arrive en contact avec la fonte. Pour des valeurs de pH aussi élevées, le fer est situé, sur le diagramme potentiel – pH, dans un domaine où il est passivé, c'est-à-dire recouvert d'un mince film stable d'oxyde qui empêche toute corrosion ultérieure (8).

