

DURÉE DE VIE DES CANALISATIONS

Introduction

L'appréciation du vieillissement des canalisations est indispensable aux maîtres d'ouvrage dans la préparation des travaux de renouvellement et la mise en place des investissements. Les enjeux économiques sont importants.

En effet, les conduites métalliques se dégradent lentement par perte progressive de métal sous l'effet de la corrosion ce qui diminue leur résistance mécanique et les rendent inutilisables.

Les études publiées portent à la fois sur la fonte grise et sur la fonte GS car le comportement de ces deux types de matériau au cours du temps détermine la programmation du remplacement des anciennes canalisations.

Ce document présente des extraits de publications qui se rapportent à l'étude de la corrosion externe, aux caractéristiques des canalisations en fonte et à l'estimation de la durée de vie que l'on peut en déduire grâce à la détermination d'un taux ou vitesse de corrosion.

Etude de la corrosion des canalisations *

Principales familles de corrosion

- Oxydation de surface dues aux intempéries pendant le transport et le stockage.
- Corrosion intérieure due au fluide transporté.
- Corrosion du sol → corrosion de type électrochimique.

Corrosion dans l'eau des fontes grises et GS étudiée en laboratoire sur des échantillons nus

- Les fontes résistent mieux à la corrosion que l'acier. (Grâce à la présence du graphite et du silicium).
- La fonte GS se corrode à une vitesse légèrement supérieure à celle de la fonte grise : 0,1mm/an.

Explication du phénomène de corrosion

La corrosion est définie comme une attaque bi-métal où une pile de corrosion électrolytique se forme. Le terme de corrosion galvanique est employé. **

- Deux électrodes se forment sur la paroi du tuyau par hétérogénéité naturelle ou accidentelle (poinçonnage, éraflure), une zone anode et une zone cathode sont créées. La paroi est le conducteur, le sol est l'électrolyte.
- La zone anode (zinc, aluminium) de potentiel moins élevé est consommée.
- Les métaux et alliages étudiés sont classés dans la « série galvanique entre anode et cathode ». **

Deux facteurs interviennent:

- La résistivité du sol : sa capacité à s'opposer à la circulation du courant électrique.

- L'acidité du sol mesuré par le pH augmente la vitesse de corrosion.

Profondeur des attaques sur métal nu étudiée en laboratoire *

- Par réaction cathodique (réaction de réduction) du métal ferreux.
Le taux de corrosion est calculé par la loi de Faraday : $1\mu\text{A}/\text{cm}^2 \rightarrow 12\mu\text{m}/\text{an}$.
- Par corrosion uniforme dite « micro piles » $\rightarrow 0,05\text{ mm}/\text{an}$.
- Par corrosion localisées dites « macro piles » $\rightarrow > 1\text{ mm}/\text{an}$.

Etude d'échantillons prélevés sur tuyaux nus de fonte grise et GS enterrés *

- De nombreux échantillonnages ont été effectués par les professionnels.
- La résistance à la corrosion de la fonte GS se révèle égale ou légèrement supérieure à celle de la fonte grise.

Type de sol	Résistivité (ohm-cm)	Taux de corrosion (mm/an)	
		Fonte grise	Fonte GS
Argile brune humide	500 à 900	0,38	0,31
Argile sablonneuse exposées à l'eau de mer	150 à 200	0,52	0,4

Etude d'échantillons prélevés sur canalisations de réseau d'eau en France ***

- elle met en évidence l'importance d'une approche statistique.
- la majorité des canalisations étudiées sont en fonte grise posées dans les années 30 à 60.
- le revêtement est de type bitumineux.
- les piqures ou cratères sont mesurées (profondeur et répartition).
- la vitesse de corrosion est calculée selon une méthode proche de celle mise au point par le WRC : moyenne des 10 piqures les plus profondes sur un tronçon de 50 cm.
- Une vitesse moyenne de corrosion de $60\mu\text{m}/\text{an}$ est mise en évidence.

Etude d'échantillon réalisée par la DIPRA ****

Table I: Investigations of Gray and Ductile Iron Pipes in Non-Aggressive Soils

Pipe Condition	Number of Specimens	Mean Deepest Pitting Rate (in./yr.)	Years to Penetration*
As-manufactured (Standard Shop Coating)	43	0.00067	373
Polyethylene Encased	12	0.0000	∞

0,00067 in./yr. = $17\mu\text{m}/\text{an}$

épaisseur de paroi 0,25 inches = 6,35 mm

Etude d'échantillons de canalisations enterrées revêtus de zinc *

Sur des périodes allant jusqu'à 10 ans il n'y a majoritairement pas de trace de corrosion. Les cas de corrosion sont expliqués par la présence de blessures à la pose ou de sols corrosifs. Des échantillons prélevés sur des canalisations posées en terrain agressif montrent également que le zinc a été consommé en quelques années sans qu'apparaissent des attaques de corrosion (mise en évidence de sa capacité de passivation).

Une analyse statistique des cas de corrosion est effectuée, un ratio pour 1000 km peut être établi, il est de 0,14.

Considérations générales de conception *****

- Dans le but de conserver les caractéristiques mécaniques des tuyaux et leur résistance aux sollicitations extérieures, la réduction d'épaisseur de paroi est compensée par une amélioration de la protection. Cela s'est produit dans le passé lors du passage de la fonte grise à la fonte GS et le remplacement des revêtement bitumineux par des revêtements au zinc pur. La normalisation EN évolue dans ce sens : utilisation des classes de pression au lieu des classes d'épaisseur de paroi et augmentation du grammage et de l'efficacité des revêtements à base de zinc.
- Les revêtements disponibles sont de nature
 - Organiques / inorganiques
 - Passifs (avec une épaisseur suffisante pour être imperméable et électriquement isolant) / actifs
- Une protection active est procurée par le zinc avec :
 - Effet de cicatrisation d'une blessure : Formation d'un oxyde de zinc protecteur sur la blessure.
 - Protection galvanique : Le zinc se transforme en une couche de passivation isolante. La composition zinc-aluminium ralentit la consommation de zinc. (L'aluminium suit le zinc dans la série galvanique**).

	Norme EN 545 (g/m ²)		Résistivité du sol EN 545 (ohms.cm)	pH du sol EN 545
	2006	2010		
Revêtement zinc normatif	130	200	> 1500-2500	> 6
Revêtement zinc informatif	200	---	> 1500 au dessous de la nappe phréatique	
Revêtement zinc-aluminium informatif	400	400	> 500	---

Conclusion

- Les facteurs susceptibles d'influencer la durée de vie des canalisations en fonte grise et GS, en particulier le sol de pose et en corollaire la corrosion, le revêtement, l'épaisseur de paroi, sont largement connus et étudiés et maintenant précisément normalisés. Les essais de chantier et l'échantillonnage sont prépondérants dans ce domaine.
- La qualité de réalisation d'une canalisation, en fabrication et pose, et des conditions de sol idéales permettent à la DIPRA **** d'avancer une durée de vie de plus de 300 ans pour une épaisseur de paroi de 6,35 mm correspondant à un DN 300 en ancienne classe k9.
- A l'opposé, des sols hétérogènes, des conditions de pose réelles, des tuyaux peu protégés, tels que présentés dans l'étude TSM *** , avec une vitesse de propagation de la corrosion de 60 µm/an, aboutissent à une durée de vie de 50 ans pour un DN150 classe 40. Un tuyau d'ancienne classe k9 laisserait espérer, dans les mêmes condition, une durée de vie d'une centaine d'années.
- L'appréciation de la durée de vie des canalisations se focalise sur la détermination d'une vitesse de propagation de la corrosion réaliste obtenue de façon essentiellement statistique à partir d'échantillons de réseaux.

Bibliographie

- * Canalisations en Fonte Ductile COMPENDIUM PONT A MOUSSON
- ** Handbook of corrosion resistant piping, P.A. Schweitzer
- *** Techniques Sciences Méthodes n°12 1999
- **** Ductile Iron Pipes Research Association (DIPRA) USA 2004
- ***** Normalisation EN