

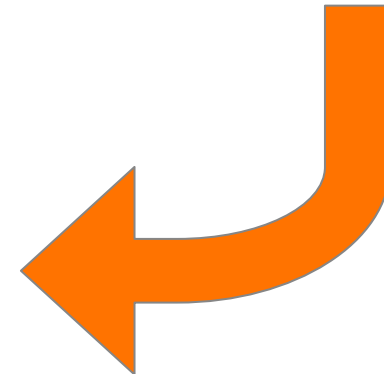
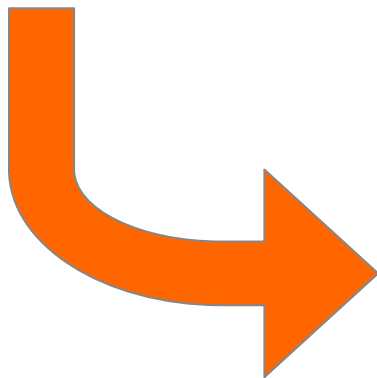
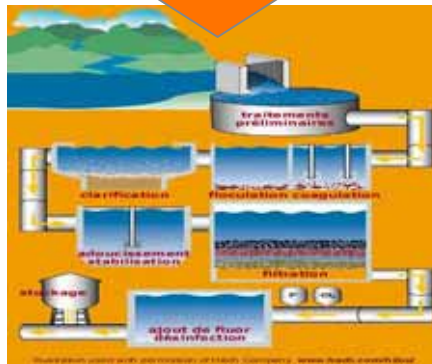
COMPARAISON DE TRAITEMENTS UTILISES POUR LIMITER LA CORROSIVITE DES EAUX DOUCES DANS LES RESEAUX DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

ASTEE 2006, Deauville

Y. GOURBEYRE, Y. JAEGER, S. OBERTI, L. GUICHOT, J. BARON

Problématique

◆ Interactions mutuelles entre



◆ Besoin

- Réduire « l'agressivité » des eaux douces et la corrosion induite des réseaux de distribution d'eau potable

◆ Objectifs de l'étude pilote

- Evaluation de l'effet à long terme de 2 traitements
 - Inhibiteurs de corrosion à base de phosphates
 - Reminéralisation
- Sur 5 types de matériaux de canalisation (acier, fonte grise, fonte ductile revêtue ciment et cuivre)
 - Suivi analytique des ions en solution

1- Méthodes expérimentales : schéma du pilote

Eau témoin

Bac tampon

$Q = 3 \text{ l/h}$

$Q = 3 \text{ l/h}$

$Q = 3 \text{ l/h}$

$Q = 3 \text{ l/h}$

Banc 1 : Eau témoin



1 – Méthodes expérimentales: Bancs d'essai

- ◆ Etude de la corrosion de 5 matériaux couramment utilisés en

- Réseau de distribution public



Fonte ductile revêtue ciment

Acier

Fonte grise usagée raclée

Fonte grise usagée

- Réseau de distribution privé

Cuivre

1 – Méthodes expérimentales: mode opératoire

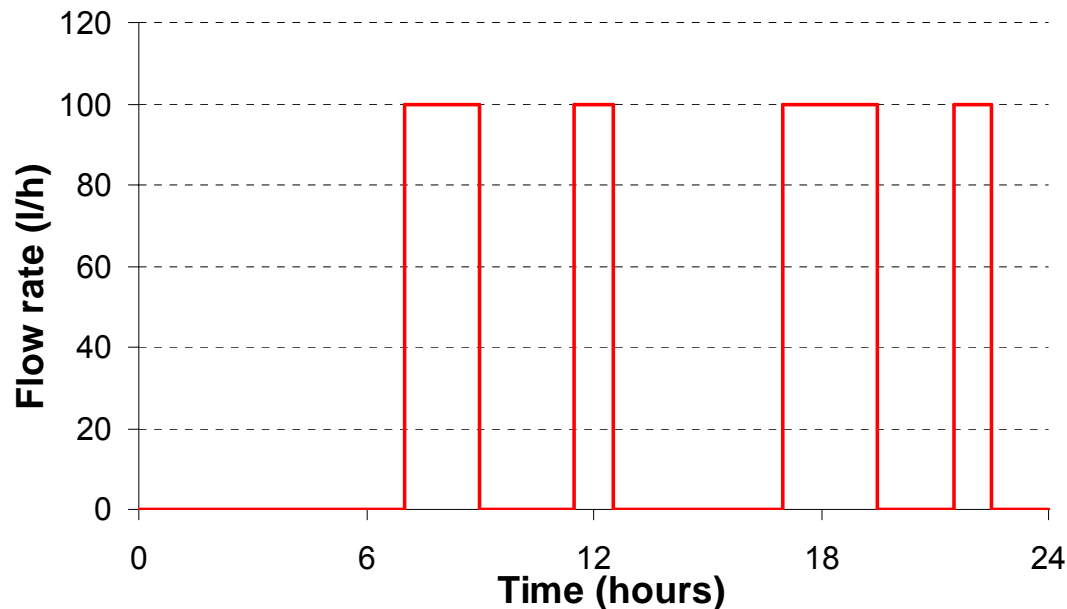


- ◆ Boucles en matériaux ferreux
 - Volume = 18 L
 - Diamètre interne = 60 mm
 - Pression = 3 bars
 - Vitesse = $0,1 \text{ m.s}^{-1}$
 - Temps de séjour = 6 H

- ◆ Analyses
 - pH, turbidité, T° , TAC, TH, équilibre calco-carbonique, COT,...
 - phosphates, fer, aluminium

◆ Canalisations en cuivre

- Longueur : 10 m/Banc
- Hydrodynamique d'une consommation d'une famille de 4 personnes



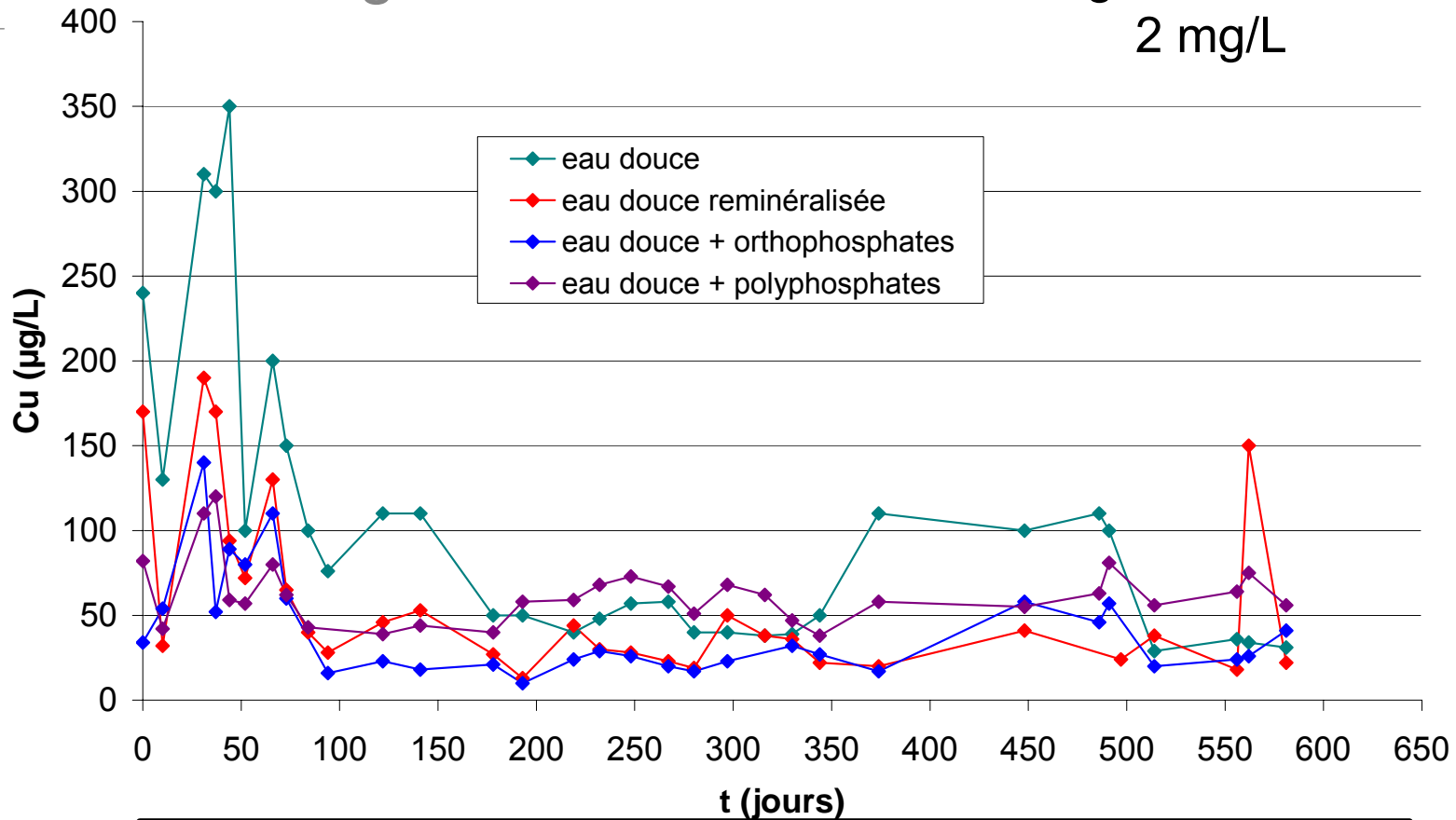
- Analyse de l'eau (en sortie des tuyaux de cuivre)
 - Concentration en cuivre pour 3 temps de stagnation (0, 30 minutes et 9 heures)

- ◆ Impact des traitements sur :
 - Le relargage du cuivre pour 3 temps de stagnation
 - Le relargage de l'aluminium mesuré en sortie de la fonte ductile revêtue ciment
 - Le relargage du fer mesuré en sortie de :
 - Fonte grise usagée
 - Fonte grise usagée raclée
 - Acier

2 - Impact des traitements sur le relargage du cuivre

◆ Sans stagnation

Réglementation :
2 mg/L

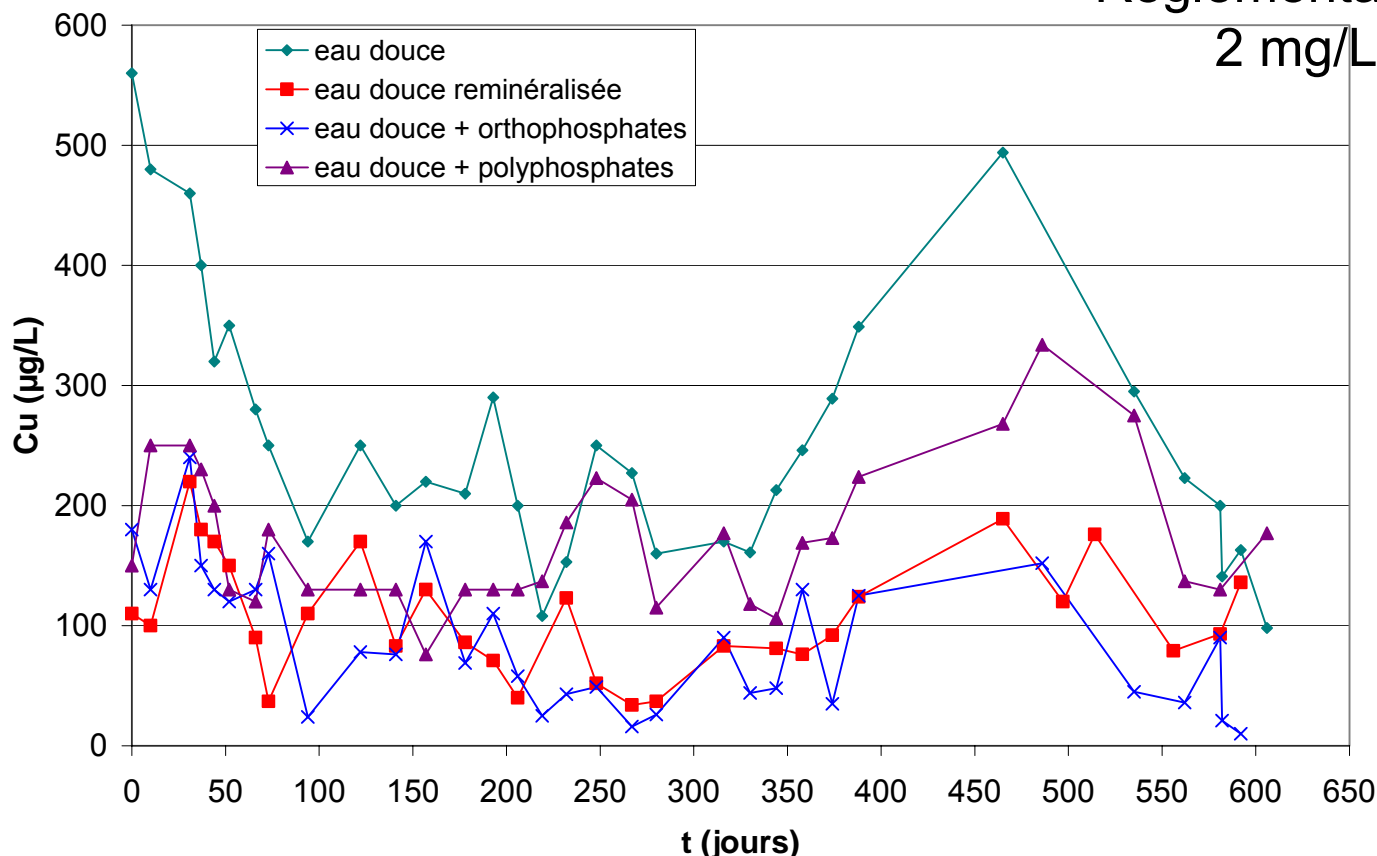


Type de traitement	Abattement moyen
Eau douce reminéralisée	46 ± 25 %
Eau douce + orthophosphates	52 ± 26 %
Eau douce + polyphosphates	5 ± 20 %

2 - Impact des traitement sur le relargage du cuivre

◆ Après 30 minutes de stagnation

Réglementation :
2 mg/L

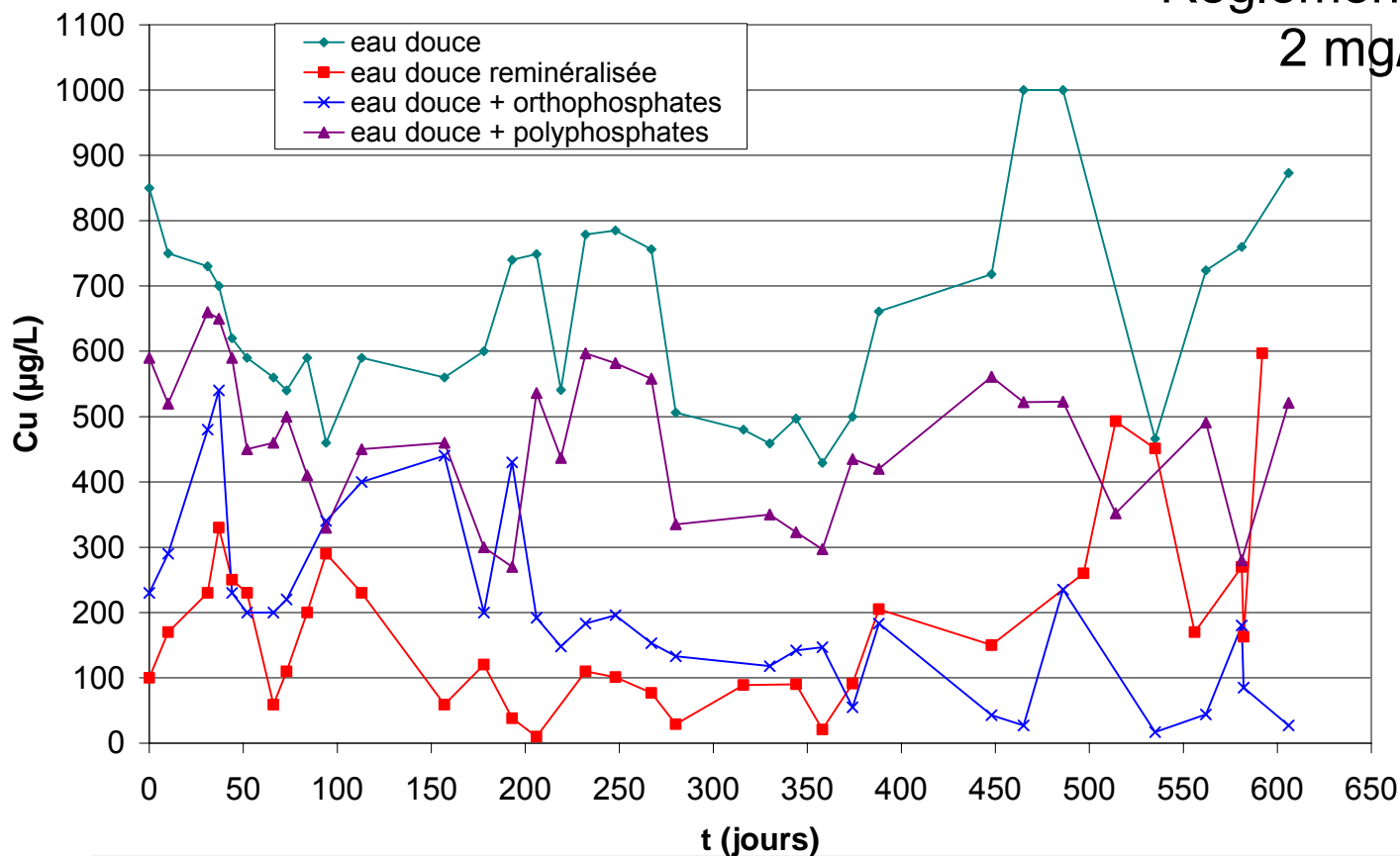


Type de traitement	Abattement moyen
Eau douce reminéralisée	60 ± 19 %
Eau douce + orthophosphates	68 ± 17 %
Eau douce + polyphosphates	39 ± 16 %

2 - Impact des traitements sur le relargage du cuivre

◆ Après 9 heures de stagnation

Réglementation :
2 mg/L

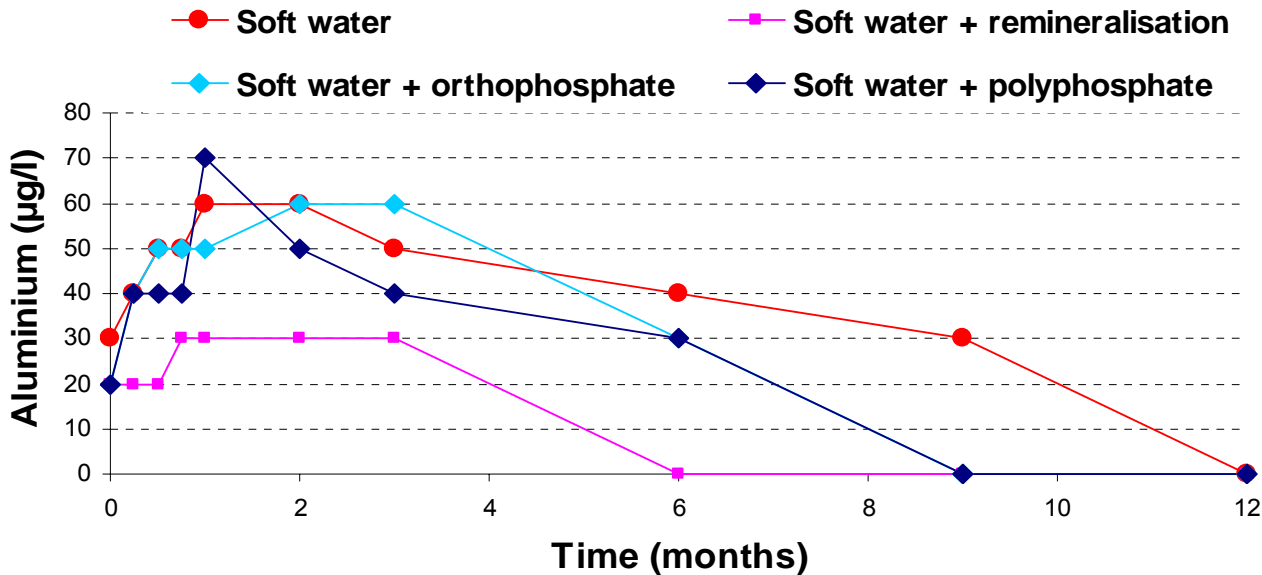


Type de traitement	Abattement moyen
Eau douce reminéralisée	76 ± 20 %
Eau douce + orthophosphates	70 ± 19 %
Eau douce + polyphosphates	28 ± 14 %

2 - Impact des traitements sur le relargage de l'aluminium

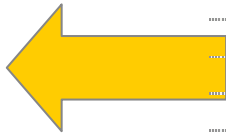
◆ Prélèvement en sortie des fontes ductiles revêtue ciment

Réglementation :
200 µg/L



Temps (mois)	Eau douce		Reminéralisation de l'eau douce		Eau douce + orthophosphate		Eau douce + polyphosphate	
	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
0	7,01	7,40	8,25	8,20	6,95	7,40	6,97	7,54
0,25	7,04	7,42	8,18	8,20	7,00	7,42	7,01	7,59
0,5	7,02	7,46	8,54	8,50	7,00	7,46	7,00	7,63
0,75	6,99	7,57	8,41	8,40	6,95	7,57	6,96	7,55
1	7,01	7,62	8,30	8,3	6,98	7,62	6,96	7,44
2	6,99	7,75	8,35	8,35	6,95	7,75	6,98	7,37
3	7,03	7,80	8,20	8,20	7,01	7,80	7,02	7,34
6	6,96	7,72	8,41	8,41	6,98	7,72	6,98	7,33
9	7,05	7,61	8,30	8,30	7,03	7,19	7,05	7,19
12	6,98	7,5	8,30	8,30	6,94	7,19	6,94	7,18

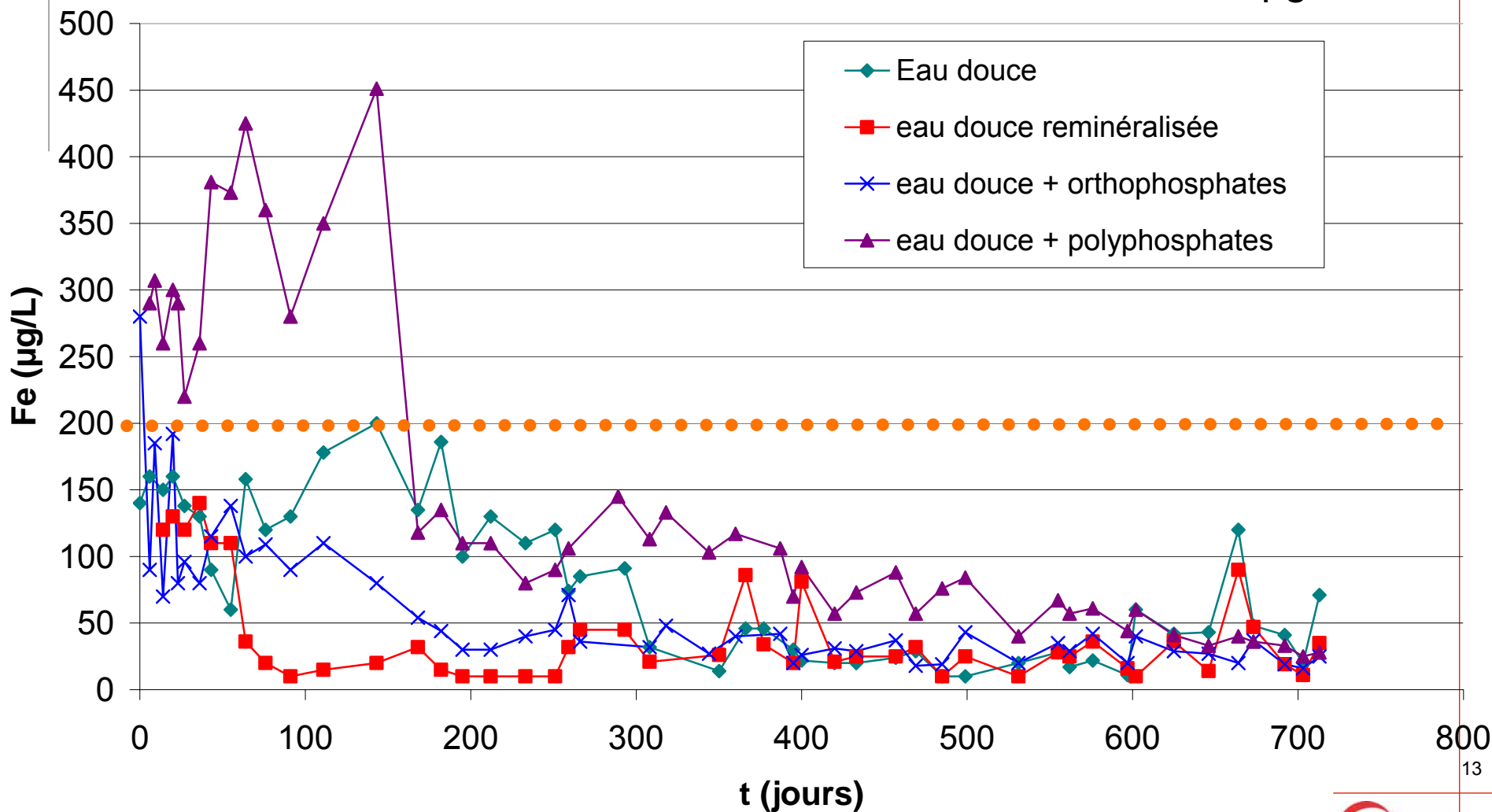
Impact sur le pH



2 - Impact des traitements sur le relargage du fer

◆ En sortie des fontes grises usagées

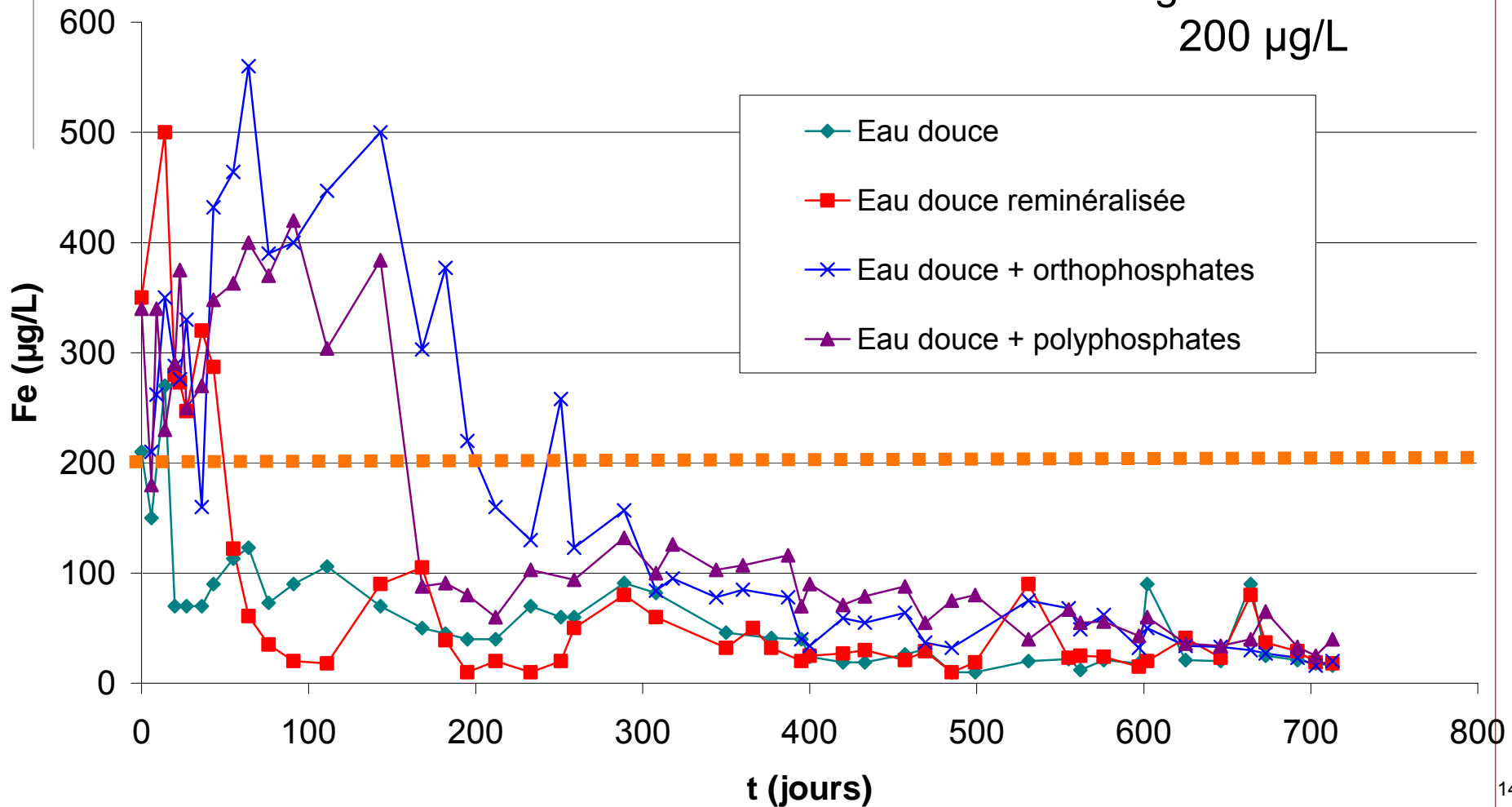
Réglementation :
200 µg/L



2 - Impact des traitements sur le relargage du fer

◆ En sortie des fontes grises usagées raclées

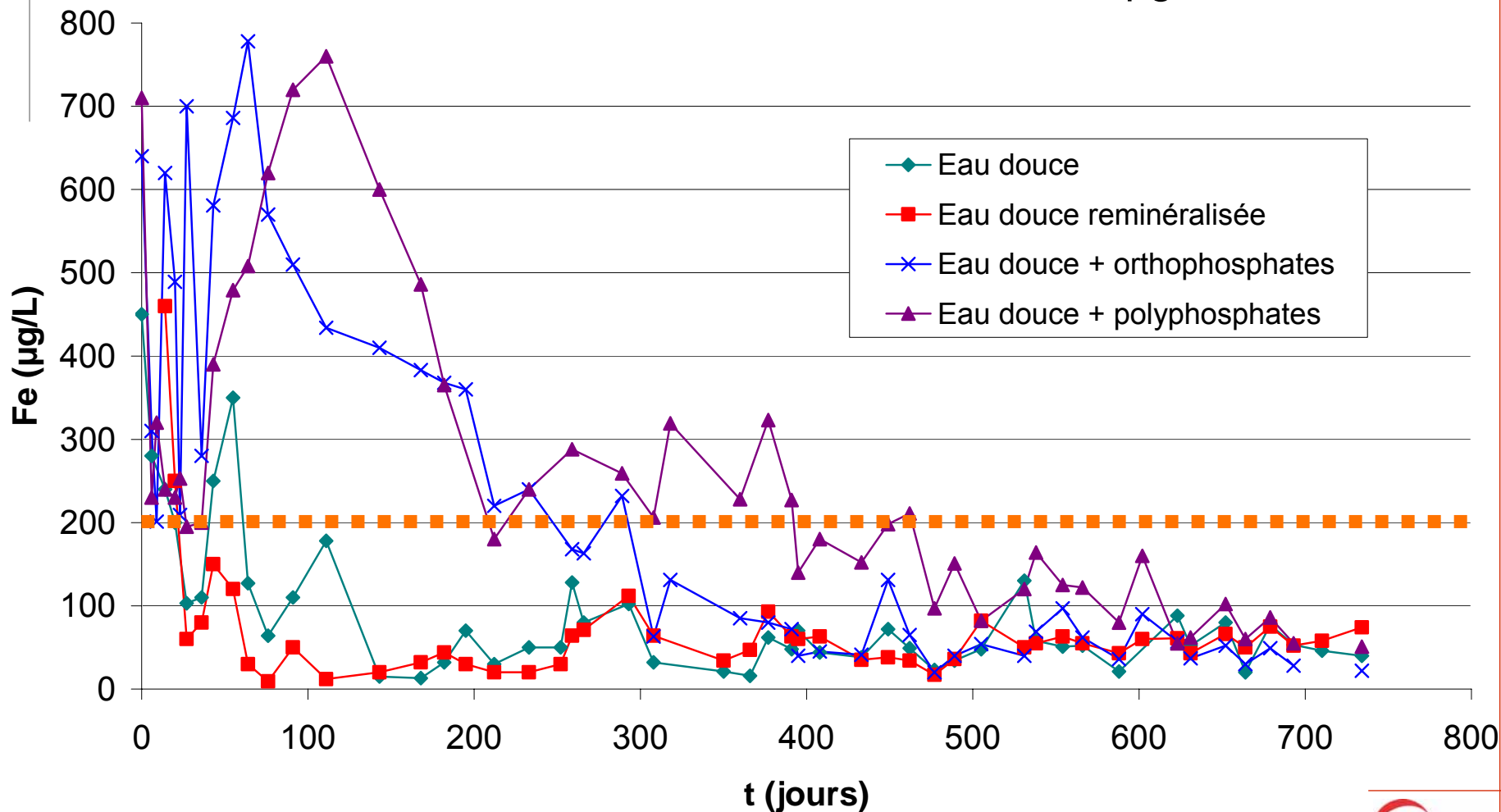
Réglementation :
200 µg/L



2 - Impact des traitements sur le relargage du fer

◆ En sortie de l'acier

Réglementation :
200 µg/L



◆ Impact sur la qualité d'eau

- **Impact positif et rapide de la reminéralisation** dans tous les cas étudiés
- **Orthophosphates**
 - Impact significatif sur la fonte grise usagée, sur la fonte ductile revêtue ciment et le cuivre
 - Pas d'impact sur l'acier et la fonte grise usagée raclée
- **Polyphosphates**
 - Léger impact sur le cuivre et la fonte ductile revêtue ciment
 - Pas d'impact sur les fontes grises et l'acier
 - Rôle dans la réduction du phénomène d'eaux rouges

3 - Systèmes d'évaluation de la corrosion

◆ Coupon de corrosion en acier



18 coupons / boucle



- En piquage, au niveau de la paroi



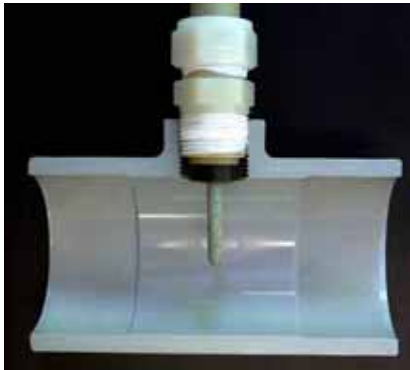
- Inspection visuelle et microscopique
- Mesure de perte de masse

3 - Systèmes d'évaluation de la corrosion

◆ Sondes électrochimiques (électrodes en acier)

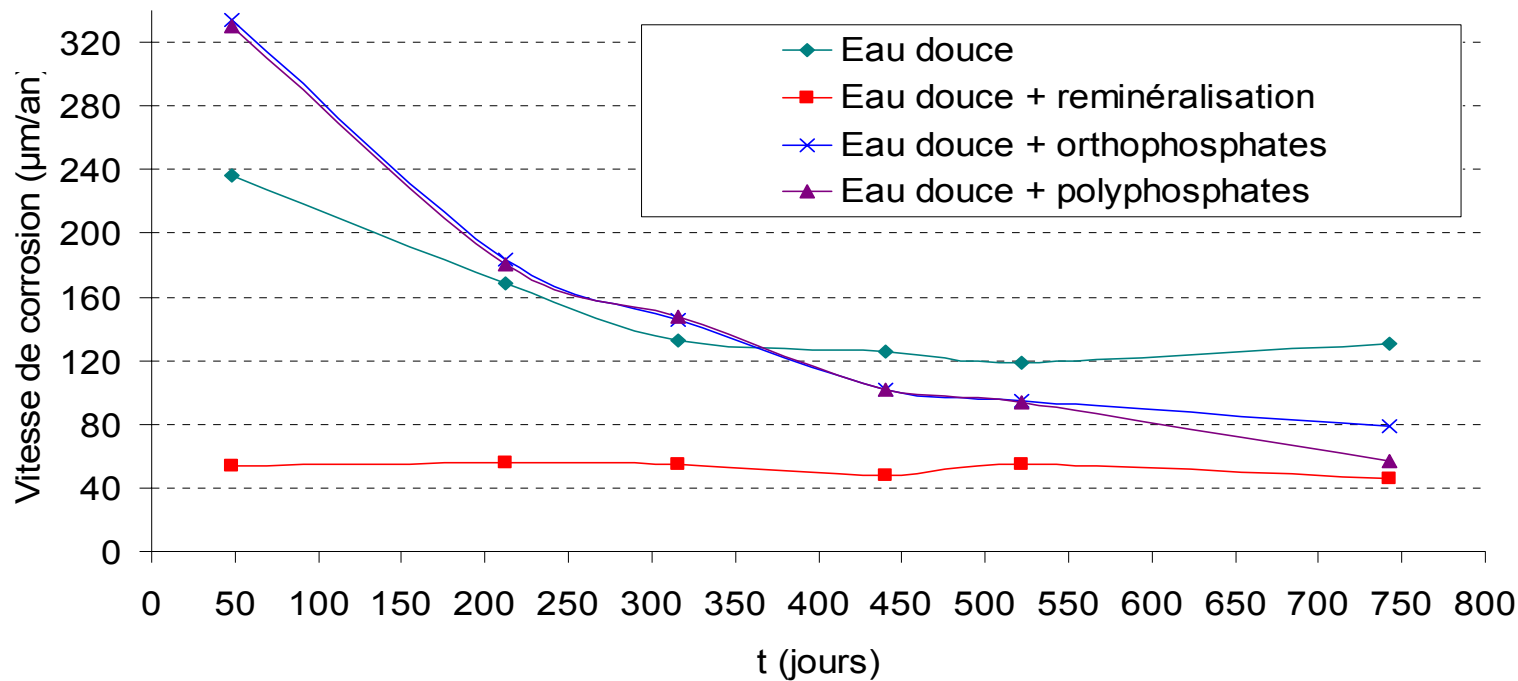


- À l'intérieur de chaque tuyau en acier



- Mesures de résistance de polarisation
- Compensation de résistance d'électrolyte
- Calcul de la vitesse de corrosion

3 - Traitements / corrosion : coupons



Douce



57 $\mu\text{m}/\text{an}$

Reminéralisée



33 $\mu\text{m}/\text{an}$

Ortho- PO_4



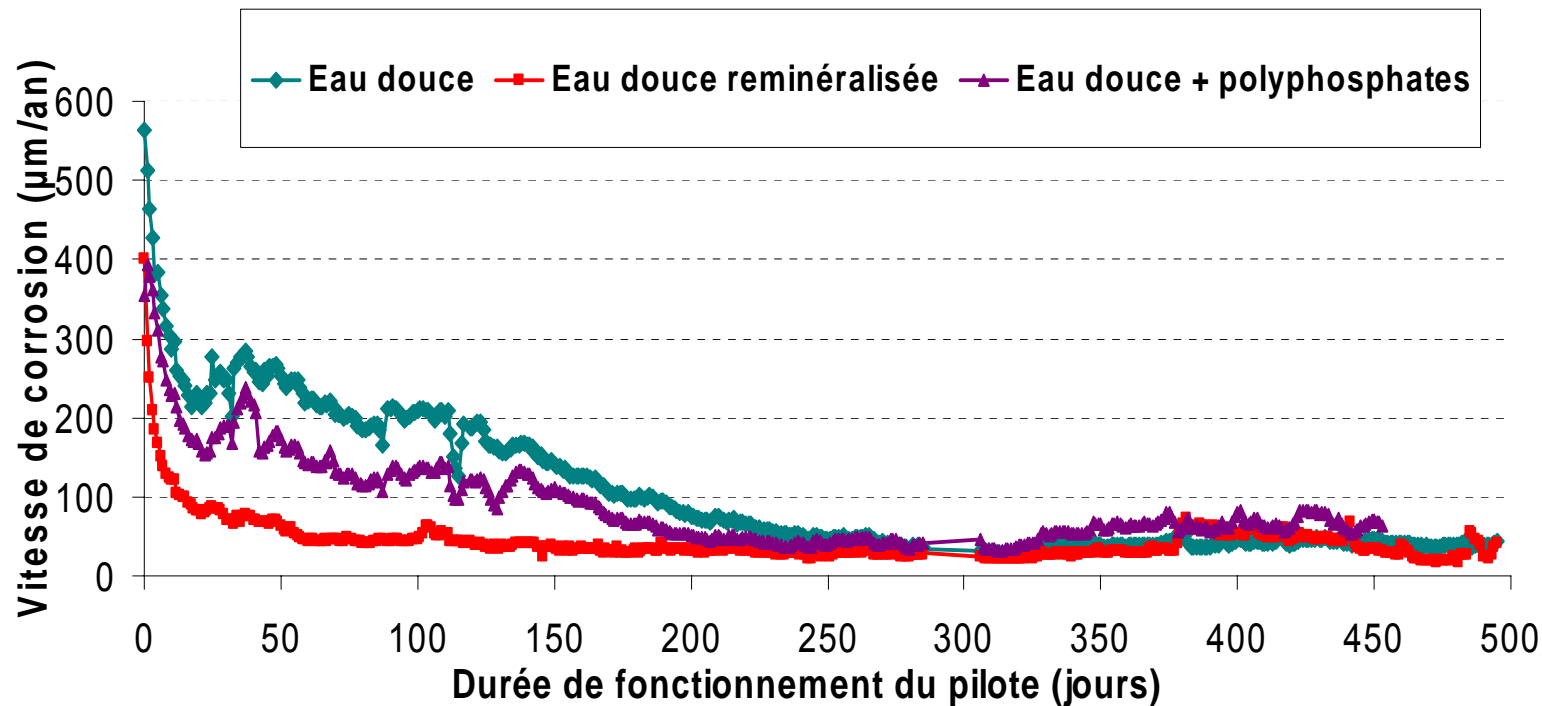
40 $\mu\text{m}/\text{an}$

Poly- PO_4

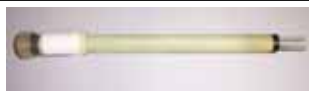


49 $\mu\text{m}/\text{an}$

3 - Traitement / corrosion : sondes



	Reminé.	Eau douce	Poly- PO_4	Ortho- PO_4
--	---------	-----------	---------------------	----------------------



29

51

48

45



33

57

50

40

- ◆ Systèmes de mesure
 - Bonne corrélation entre les coupons et les sondes

- ◆ Impact des traitements sur la corrosion
 - Reminéralisation : impact positif (30 %)
 - Orthophosphates : léger impact (15 %)
 - Polyphosphates : impact non mesurable

◆ Analyse de la qualité d'eau

- Canalisations en cuivre et fonte grise usagée
Reminéralisation \approx Ortho-PO₄ \gg Poly-PO₄

- Canalisations en acier, fonte grise usagée raclée et fonte ductile revêtue ciment
Reminéralisation \gg Ortho-PO₄ \approx Poly-PO₄

◆ Corrosion evaluation

- Remineralisation $>$ Ortho-PO₄ $>$ Poly-PO₄

- ◆ Diminution de la concentration en phosphates (stabilité du film)
- ◆ Analyses des dépôts et produits de corrosion
- ◆ Analyses bactériologiques (phase eau et biofilm)