



FLASH GEMER - MERCREDI 21 MAI 2014

CORROSION MICROBIENNE D'UN ECHANGEUR INOX

Unité d'hydrodésulfuration, Raffinerie de Normandie

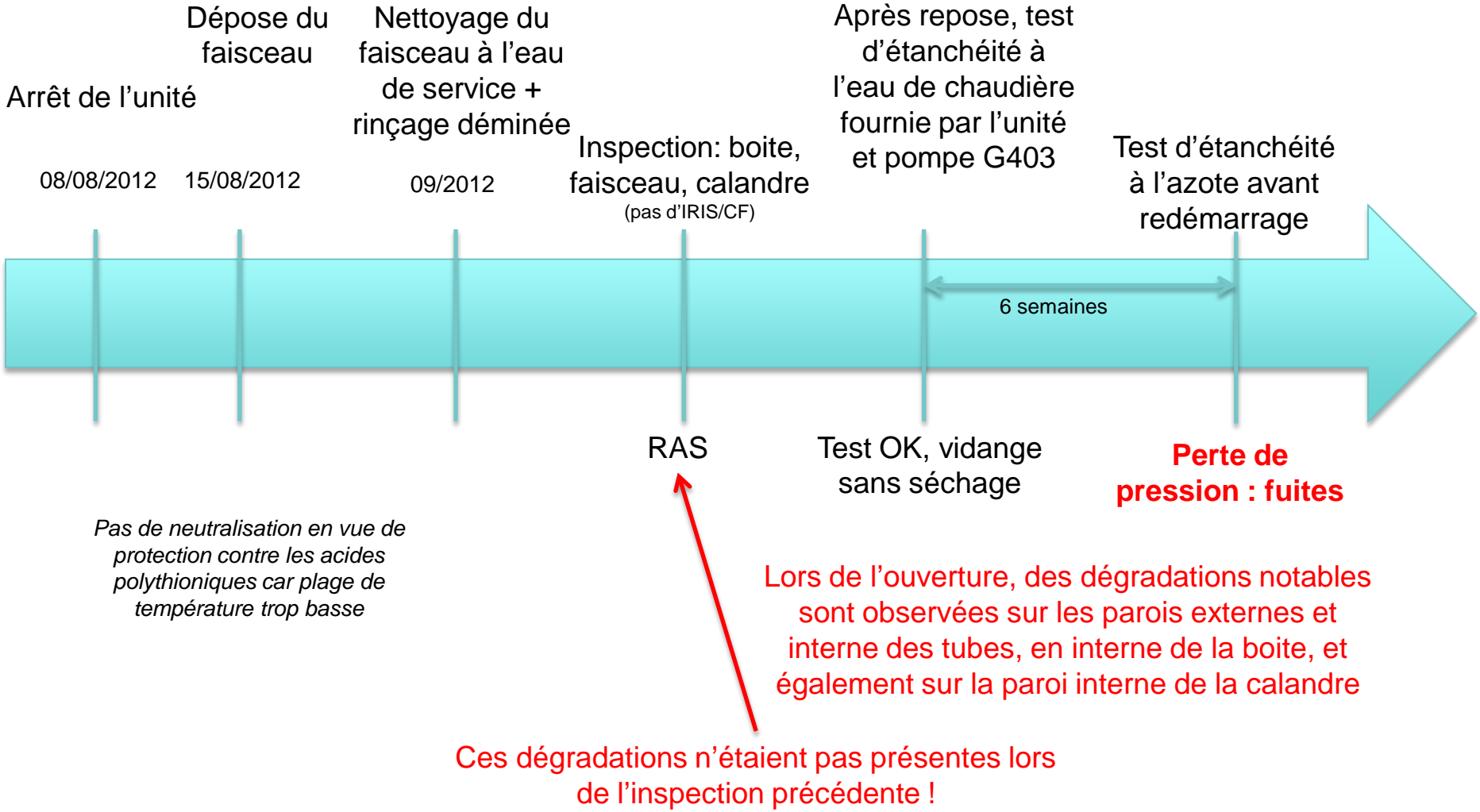
CONTEXTE

- Raffinerie de Normandie, pendant le grand arrêt de 2012
- Echangeur de chaleur de sortie du réacteur de l'unité de désulfuration des gasoils 3
- Echangeur en acier inoxydable 321(calandre, boîte, faisceau tubulaire)
- Bien que l'échangeur ait été inspecté durant le grand arrêt (et rien d'anormal n' a été détecté), plusieurs fuites ont été détectées sur l'échangeur lors d'un test d'étanchéité à l'azote réalisé préalablement à la mise en circulation des fluides,

CONDITIONS DE SERVICE

- Côté calandre
 - Charge du stripper gazole
 - Température : 90 C
 - 2 bars < Pression < 4 bars
- Côté faisceau
 - Effluent du réacteur
 - 365 C < Température < 385 C
 - 50 bars < Pression < 58 bars

DESCRIPTION DES FAITS



ANALYSES FAISCEAU



Figure 1 : Vue macro, percement tube en interne



Figure 2 : Vue macro d'un tube en externe

- Percements observés sur plusieurs tubes du faisceau, depuis l'intérieur des tubes
- Présence de dépôts jaunâtres en interne autour du percement avec effet de bord franc
- Attaque également côté externe des tubes, sans formation de cratères

ANALYSES BOITE



Figure 3 : cratère en paroi interne boîte



Figure 4 : zones avec dégradation interne boîte

- Présence de dégradations importante en interne, cratères, crevasses, diamètre jusqu'à 6mm, profondeur 2 mm

ANALYSES CALANDRE



Figure 5 : dégradation en interne calandre

- Dégradations moins prononcées que côté boîte et faisceau
- Présence de dépôts rougeâtres, jaunâtres, particulièrement dans les zones de forte rugosité

ANALYSES DEPOTS

- Dépôts
 - Prise d'échantillons
 - Intérieur tube
 - Au niveau du joint de la boîte
 - Intérieur boîte
 - Chromatographie liquide
 - Résultats
 - Fortes teneurs en chlorures, sulfates, thiosulfates
 - Culture bactérienne négative (mais dépôt sec et oxygéné lors de la mise en culture)
- Caractérisation de l'eau de chaudière prélevée à la pompe G403
 - Chromatographie ionique, mesure pH, dénombrement microbiologique
 - Résultats:
 - pH faible : 6,2 (normalement eau de chaudière entre 9 et 12,5)
 - Absence manifeste de phosphatation
 - Présence de bactéries (la ligne a pourtant déjà été purgée; on peut imaginer que la concentration en bactérie était plus élevée dans l'eau utilisée pour le test hydraulique). Un biofilm avait déjà été identifié depuis 2010 et un nettoyage vapeur a été effectué en août 2012, visiblement insuffisant

PHÉNOMÈNE

- Hypothèse : corrosion par des bactéries sulfato-réductrices (BSR) lors du test hydraulique avec une eau contaminée
- Les BSR sont des micro-organismes qui transforment les sulfates en sulfure qui génèrent ensuite une corrosion acide selon le mécanisme schématisé ci dessous

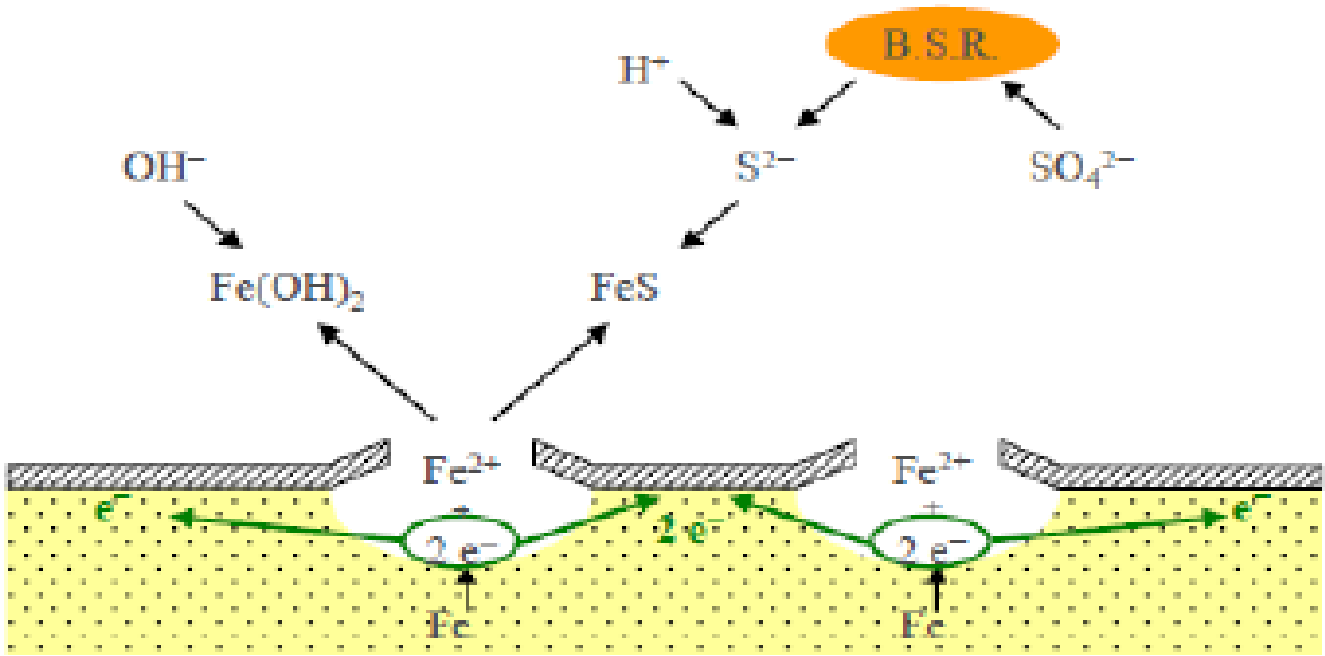


Figure 6 : schéma du mécanisme de corrosion par BSR

EXEMPLES DE CORROSION BSR



Figure 7 : Exemple de corrosion bactérienne par les BSR sur un tube en aluminium



Figure 8 : Exemple de corrosion bactérienne par les BSR sur un tube en inox

CONSEQUENCES / ACTIONS

- Conséquences:
 - Remise en service reportée de 15 jours
 - Retubage du faisceau avec de l'acier carbone et approvisionnement d'un faisceau en inox 321
 - Extensions des CND (US + radio) aux tuyauteries proches de la pompe
 - Nouveaux tests à l'azote d'étanchéité des échangeurs de chaleur potentiellement soumis à cette même attaque

CONCLUSION

- Vitesse de corrosion pouvant être très importante avec les BSR (jusqu'à 15 mm/an)
- La présence de biofilm dans un réseau peut avoir des conséquences importantes et doit être traité (biocide ou traitement vapeur)
- Purger longuement les réseaux avant remplissage à l'eau utilisée pour le test de pression; les moyens d'acheminer l'eau (flexibles, boyaux, manches incendie,...) peuvent être en effet une source de contamination des équipements.
- Sécher les équipements dont la date de redémarrage est prévue plus de deux semaines après la date du test