



Optimiser ses installations de chauffage et de distribution dans les grands ensembles

Jeudi 26 janvier 2023

COROXYL

A high-speed photograph of water being poured from a glass pitcher into a clear glass. The water is captured mid-pour, creating a dynamic splash with many bubbles and droplets. The background is a solid, light blue color.

L'eau

- Molécule d'eau : H_2O
- Des gaz dissous :
 - Oxygène (O_2),
 - Azote (N_2),
 - Gaz Carbonique (CO_2),
- Des minéraux : Tartre, Fer, cuivre, arsenic, radium,
- Des bactéries : Algues, BSR
- Des agents chimiques : Cl_2 , Chlorures
- Des polluants chimiques : Phosphate, Nitrate, molécules médicamenteuses

L'eau potable : paramètres

<https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/eau>

Valeurs maximales des caractéristiques physico-chimiques des eaux potables (décret n°89.3).

Coloration	≤	15 mg/l
Turbidité	≤	2 unités Jackson
Température	≤	25 °C
6.5	≤	pH ≤ 9
Chlorures	≤	200 mg/l
Sulfates	≤	250 mg/l
Magnésium	≤	50 mg/l
Sodium	≤	150 mg/l
Potassium	≤	12 mg/l
Aluminium total	≤	0,2 mg/l ou 0,5 mg/l pour l'ECS
TAC	≤	50 °F
Résidus secs	≤	1500 mg/l (dessiccation à 180 °C)
Nitrates	≤	50 mg/l
Fer	≤	0,2 mg/l
Cuivre	≤	1 mg/l
Zinc	≤	5 mg/l
Plomb	≤	0,05 mg/l

pH de 6.5 à 9

Chlorures max 200mg/l

Sulfates max 250 mg/l

DURETE 50 ° F

Fer soluble max 0.2 mg/l

Cuivre soluble 1mg/l
max

Les phénomènes dus à l'eau

- La production de gaz
- Les dépôts de tartre
- La corrosion
- La Bio corrosion



Air dans un milieu fermé



Air libre

Microbulles

Air dissous

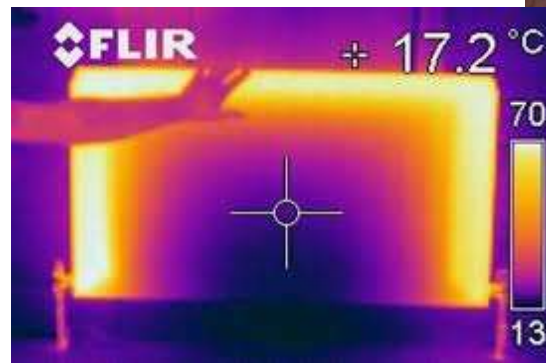
Loi de Henry explique que :

à température constante ,
la quantité de gaz dissout
dans l'eau augmente avec la
pression

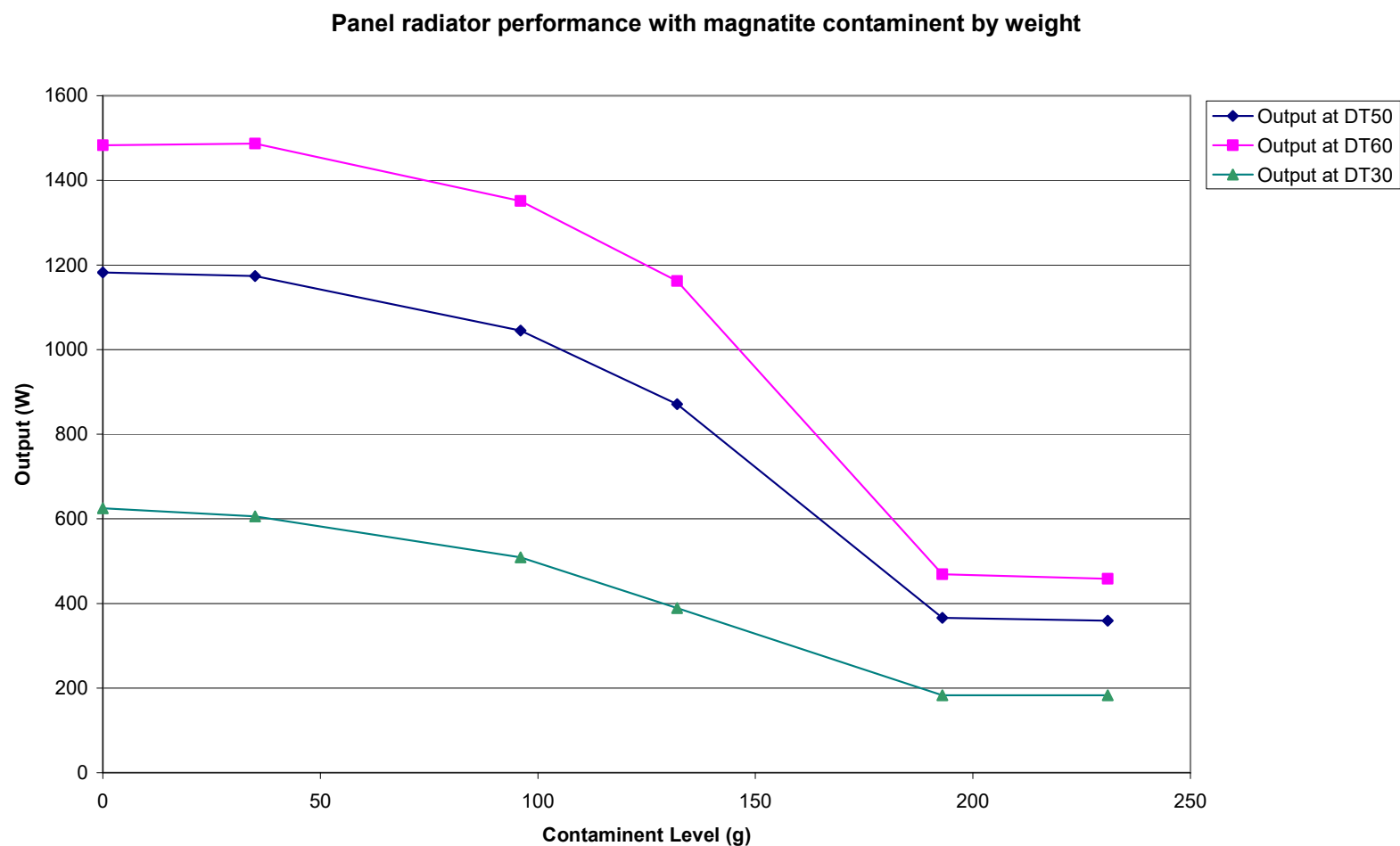
le gaz étant libéré si la
pression dans l'eau diminue

Embouage des circuits de chauffage: les symptômes

- Pertes de rendement
- Eau Turbide: Présence de particules et oxydes métalliques (magnétiques et non magnétiques)
- Grippage des vannes
- Surconsommation des circulateurs
- Percements
- Fuites au niveau des raccords/joints
- Remplacements intempestifs de pièces
- Mise en sécurité de la chaudière/PAC
- Zones froides (exemple: radiateurs)
- Odeurs nauséabondes de l'eau du circuit et lors de purges d'air.



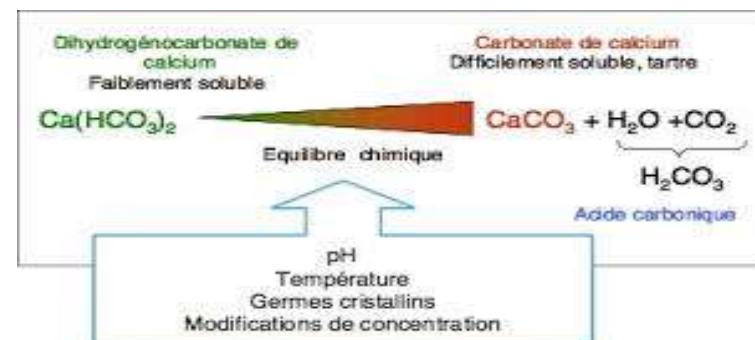
Perte de rendement due aux dépôts et/ou particules



Embouage des circuits de Chauffage: Les causes



Dépôt de calcaire



Le calcium se combine aux carbonates pour former la Carbonate de Calcium, LE CALCAIRE. Plus la température augmente plus le calcaire précipite, au dessus de 55°C, la totalité du calcaire se dépose.

Plage de valeurs du titre hydrotimétrique :					
TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	+ 40
Eau	très douce	eau douce	plutôt dure	dure	très dure

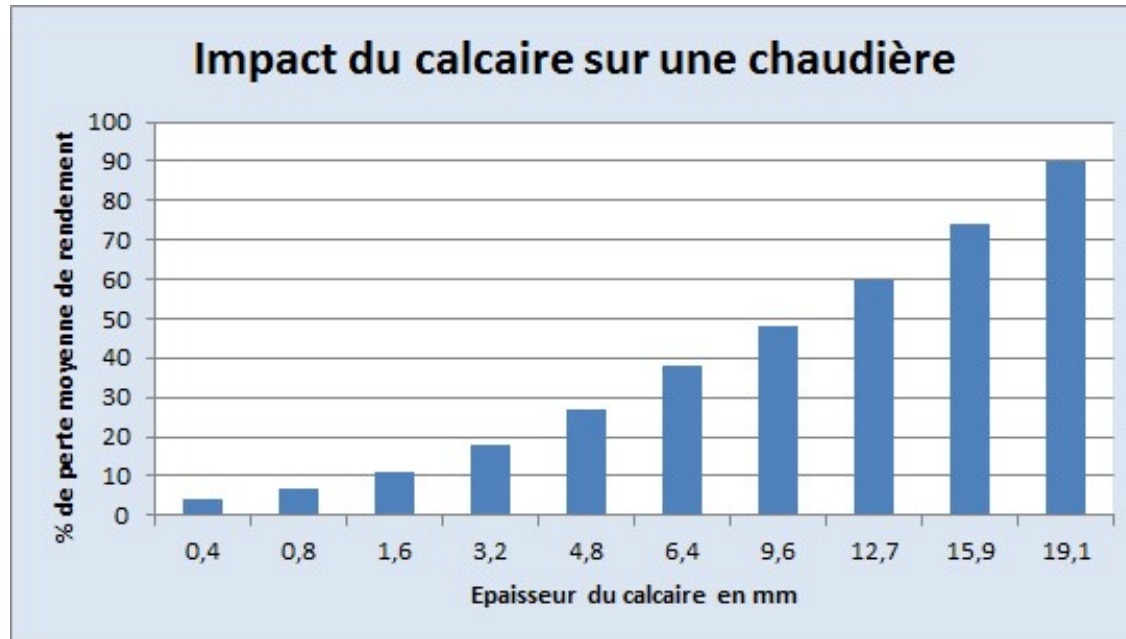


1°F

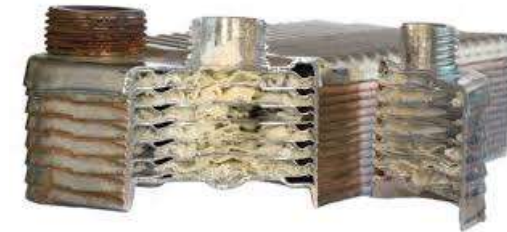
= 4 mg de Ca^{++}/l
 = 2,4 mg de Mg^{++}/l
 = 10 mg de CaCO_3/l



Les conséquences



Pertes de rendement



Dépôt de calcaire



Contraintes Thermiques



LA CORROSION

- La corrosion désigne l'altération d'un matériau par réaction chimique avec un oxydant (le dioxygène et le cation H^+ en majorité)
- La corrosion est un problème industriel important: Chaque seconde, ce sont quelque 5 tonnes d'acier qui sont ainsi transformées en oxydes de fer...
- La corrosion coûte 3% du PIB mondial (soit environ 3000 Milliards de \$/ an)
- Les exemples les plus connus sont les altérations chimiques des métaux à l'air ou dans l'eau, telles la rouille du fer et de l'acier ou la formation de vert-de-gris sur le cuivre et ses alliages (bronze, laiton)



LA CORROSION PAR L'OXYGENE

- Tous les métaux existent sous leur formes d'oxydes, c'est leur forme la plus naturelle.
- C'est l'action humaine qui permet la purification du métal.
- Mais celui-ci en présence d'oxygène en phase dissous va naturellement avoir tendance à revenir à son état naturel.
- Tous les oxydes métalliques sont colorés, de granulométries différentes et il y a souvent plusieurs oxydes pour un même métal. Ex Cuivre, fer, aluminium

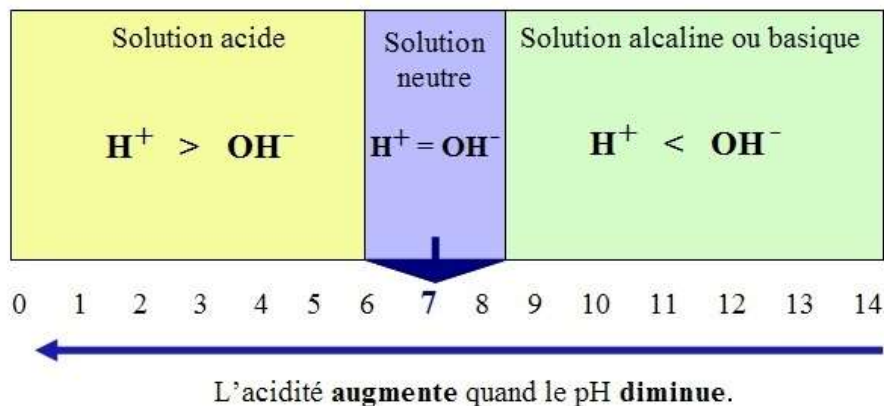


CORROSION ACIDE

Couramment, le pH (potentiel d'Hydrogène) mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Ainsi, dans un milieu aqueux à 25 °C :

- une solution de pH = 7 est dite neutre ;
- une solution de pH < 7 est dite acide ; plus son pH s'éloigne de 7 (diminue) et plus elle est acide ;
- une solution de pH > 7 est dite basique ; plus son pH s'éloigne de 7 (augmente) et plus elle est basique.

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$



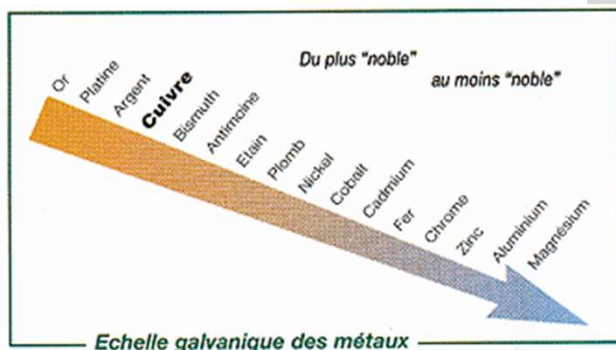
Attention, échelle logarithmique, une eau à pH 6 est 10 fois + acide qu'une eau à pH 7, etc....

ELECTROLYSE

(ou corrosion galvanique, ou phénomène de pile)

Corrosion électrochimique résultant de la formation d'une pile par mise en contact de deux matériaux conducteurs différents dans un environnement assurant un milieu électrolytique

Potentiels d'équilibre standards mesurés par rapport à l'électrode à hydrogène			
Magnésium	- 2,37 V	Etain	- 0,14 V
Aluminium	- 1,66 V	Plomb	- 0,13 V
Titane	- 1,63 V	Hydrogène	0 V
Zinc	- 0,76 V	Antimoine	+ 0,15 V
Chrome	- 0,74 V	Bismuth	+ 0,31 V
Fer	- 0,45 V	Cuivre	+ 0,34 V
Cadmium	- 0,40 V	Argent	+ 0,80 V
Cobalt	- 0,28 V	Platine	+ 1,18 V
Nickel	- 0,26 V	Or	+ 1,69 V



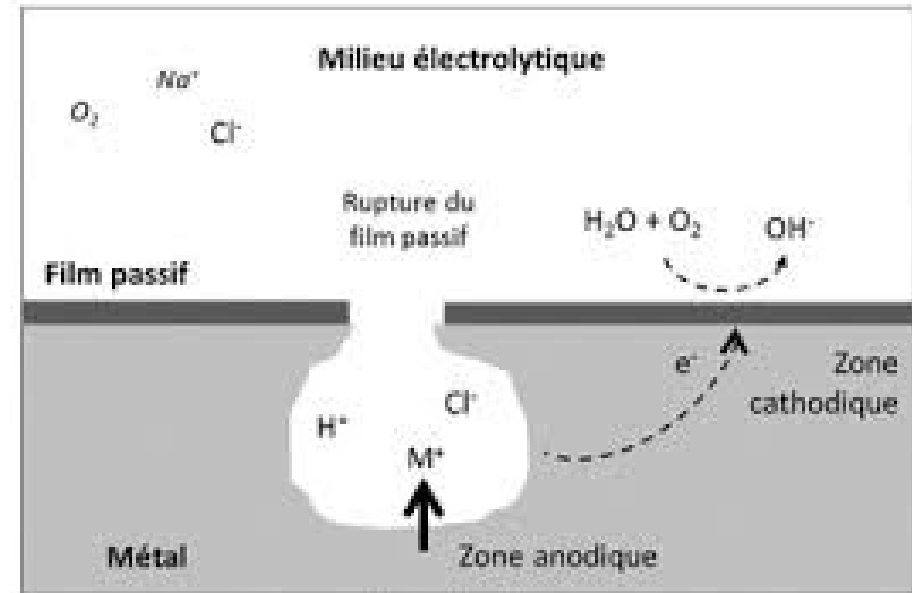
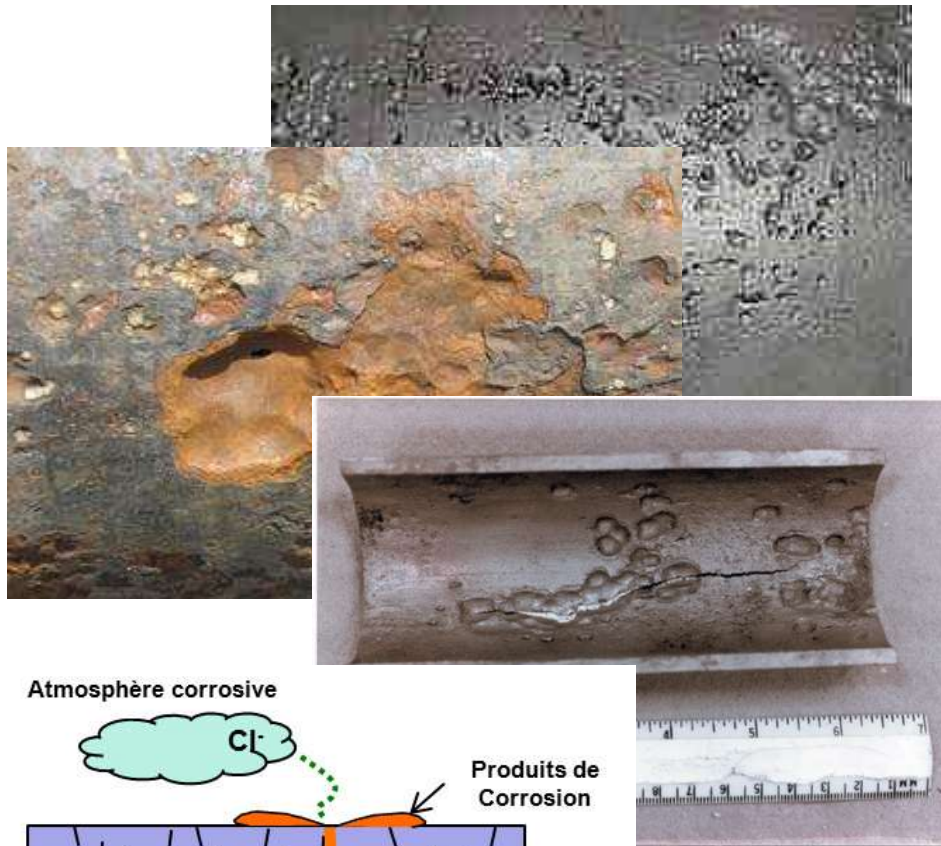
Le métal le moins noble (potentiel le + bas) se corrode .

CORROSION SOUS DEPOT

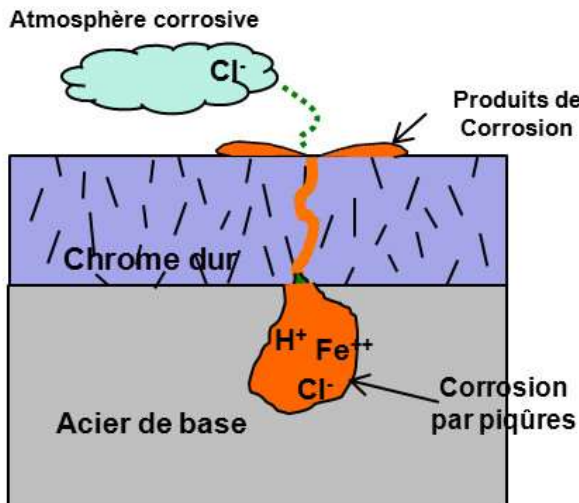


Une des conséquences de la formation des dépôts (point bas des radiateurs, corps de chauffe de la chaudière), est une corrosion sous dépôt (Electrolyse par oxygénation différentielle: le taux d'oxygène est plus faible sous le dépôt que dessus, il se crée une pile et l'anode est la partie la moins oxygénée)

PITING / CORROSION PAR LES CHLORURES

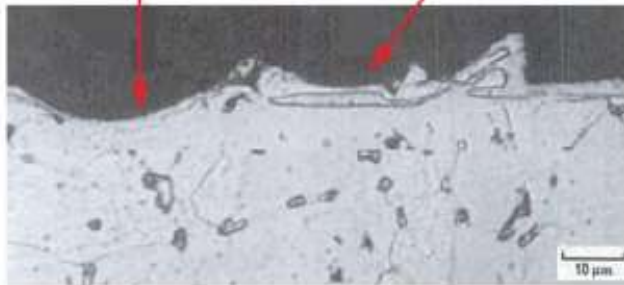
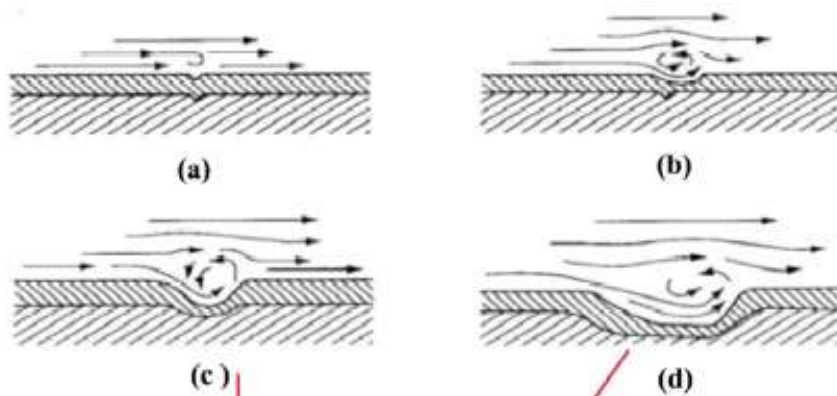


Il y a rupture de la couche de passivation et corrosion localisée, ce phénomène est favorisé par les milieux riches en Chlorures (Cl^-) ou Sulfates (SO_4^{--}). Une cellule de corrosion se crée pouvant aller au percement du métal.

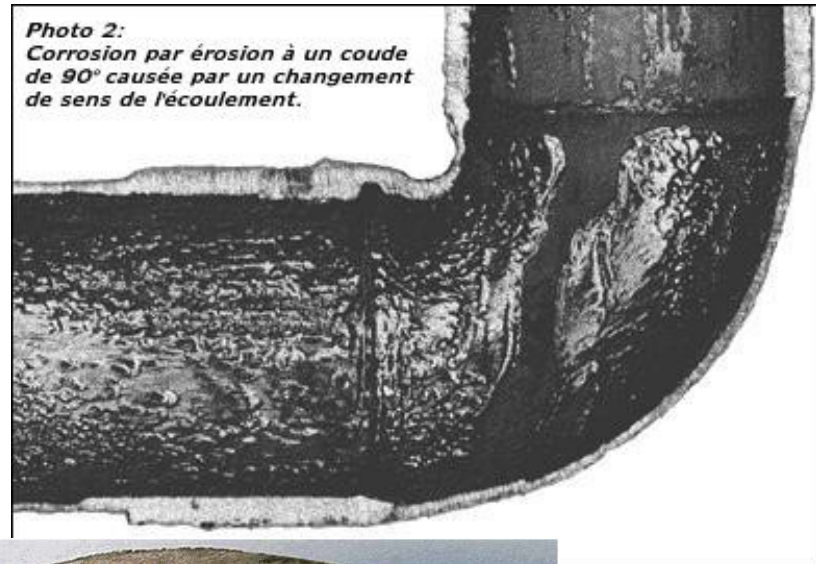


CORROSION EROSION

L'érosion-corrosion peut être définie comme une réaction de corrosion qui est accélérée par le mouvement relatif entre un fluide corrosif et la surface du métal. Cela se traduira par des cavités plutôt spécifiques dans la surface du métal, et peut finalement conduire à une corrosion de type piqûres.



(e)



CORROSION SOUS CONTRAINTE

La fissuration par corrosion sous contrainte est un processus dans lequel la combinaison d'une contrainte mécanique, d'un environnement corrosif et de températures élevées peut conduire à une dégradation. De petites fissures apparaissent et peuvent se propager rapidement, entraînant la rupture de certaines parties et même de la totalité de la structure. Les fissures sont à peine visibles à la surface et sont difficiles à détecter par examen visuel.

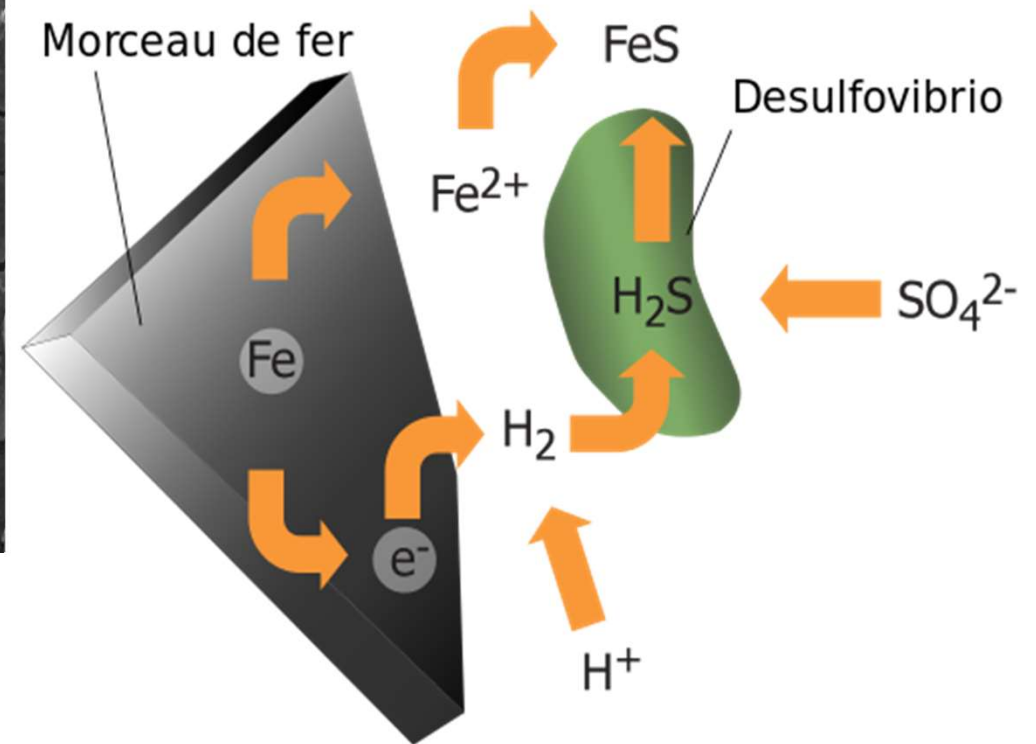
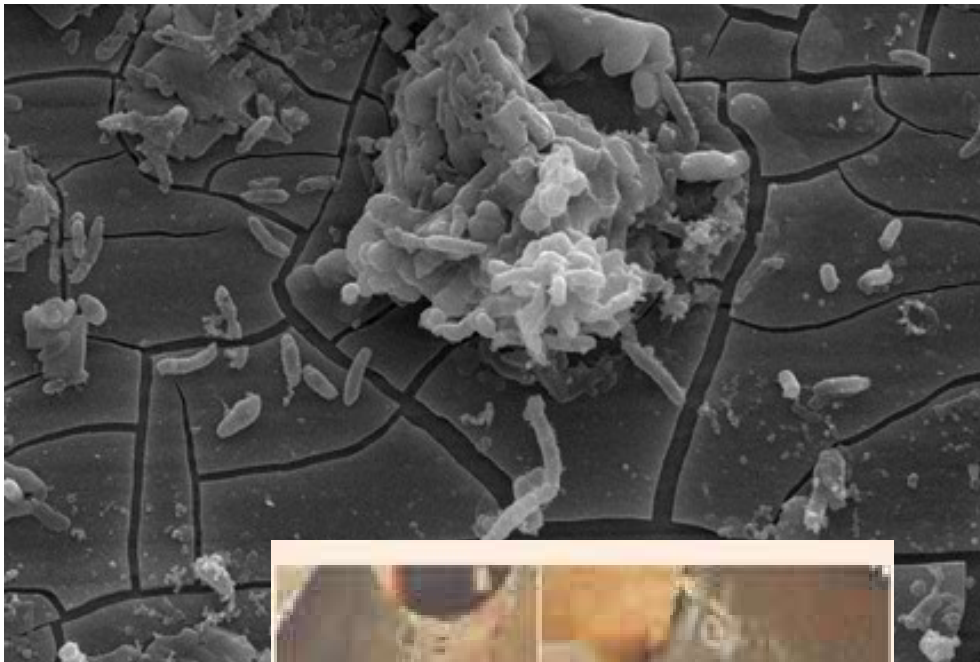


CORROSION BACTERIENNE

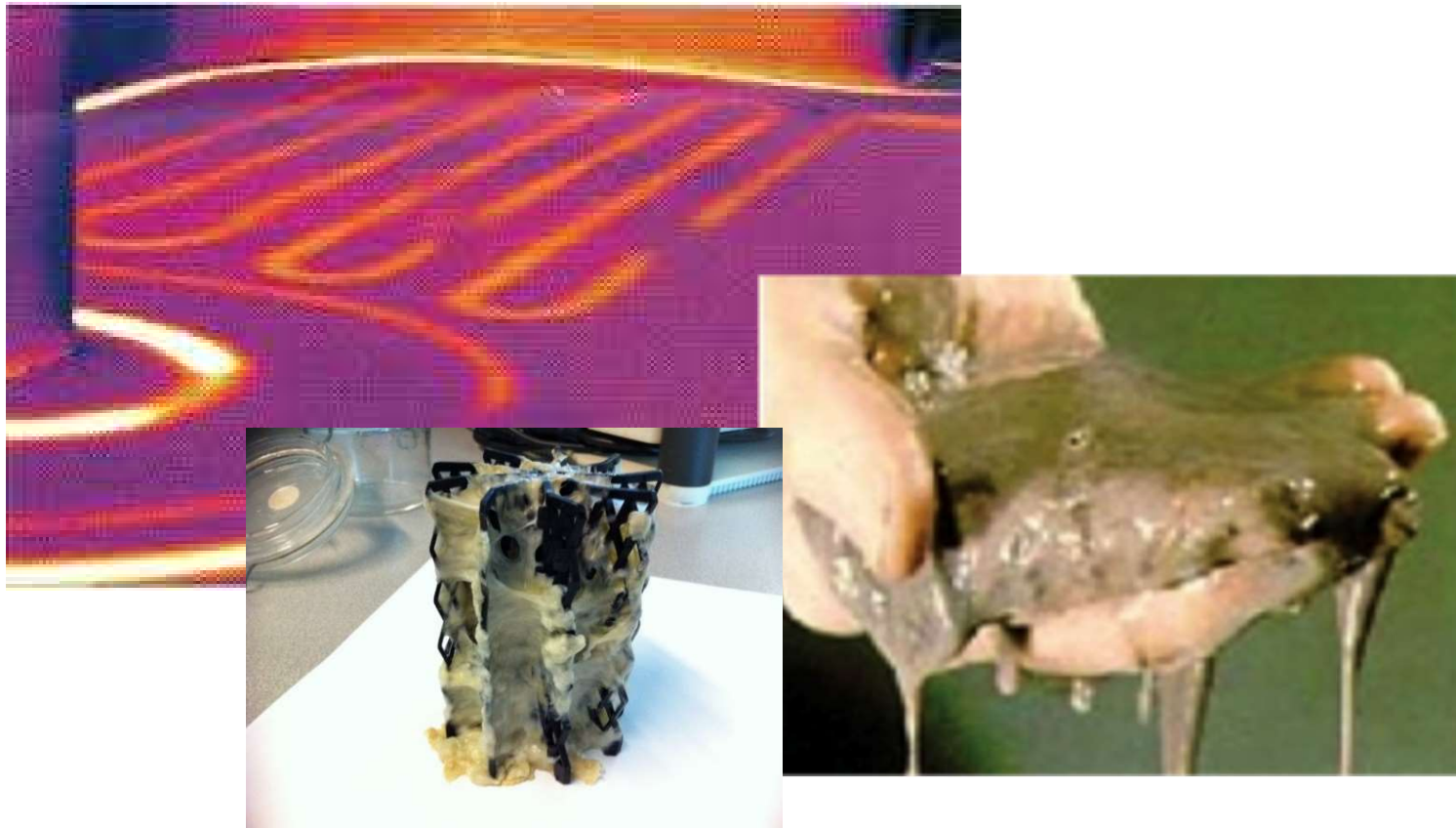
- La corrosion microbienne est la conséquence d'interactions qui se manifestent entre des bactéries et les matériaux sur lesquels elles se sont fixées. l'attaque corrosive peut être très rapide et avoir des conséquences très graves (rupture d'éléments, percement entraînant des fuites, dégradation des structures, perte de l'étanchéité etc...)
- La corrosion due aux bactéries sulfato-réductrices :
 - Les bactéries responsables de ce type de corrosion sont principalement des Desulfovibrio, des Desulfomonas et des Desulfomaculatum. Ce sont des bactéries anaérobies capables de transformer les sulfates et les sulfites en sulfures.
 - La présence de ces bactéries dans divers lieux corrodés (réseaux d'eaux résiduaires, circuits de refroidissement, etc.) est attestée par l'odeur particulière que dégagent les sulfures accumulés.

Les bactéries sulfato-réductrices sont des bactéries anaérobies, comme *Desulfovibrio* ; ce sont les sulfates qui remplacent l'oxygène pour la respiration cellulaire.

Au cours du métabolisme, les sulfates sont réduits en sulfures. Ces sulfures peuvent provoquer une corrosion, appelée biocorrosion,



EMBOUAGE PLANCHER CHAUFFANT



A basse température se développent des bactéries filamenteuses dans le plancher chauffant pouvant entraîner des pertes de rendement jusqu'à l'obstruction des circuits



LES SOLUTIONS

COROXYL_____

Les Filtres magnétiques

POURQUOI POSER DES FILTRES....

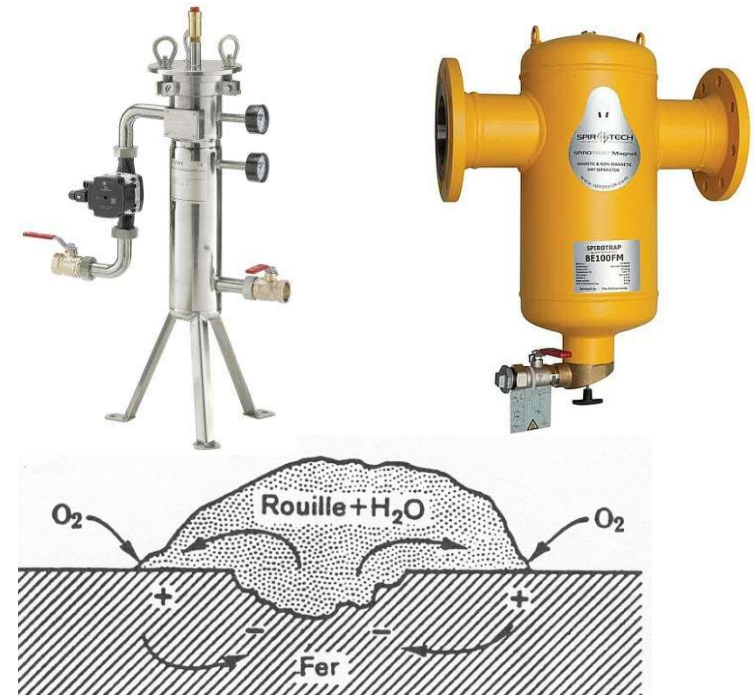
Ce filtre a pour mission de capturer les débris circulant à l'intérieur de votre **système de chauffage central**. Ces impuretés risquent de provoquer une usure et une défaillance rapide des composants de votre **équipement de chauffage** comme :

- L'échangeur , Le circulateur, Les vannes, Les divers capteurs, Les corps de chauffe

ASSURER LA PERENNITE ET LE MAINTIENT DU RENDEMENT DE LA CHAUDIERE ET PAC

Eviter les :

- Erosions-Corrosions accentuées par la présences de particules magnétisables ou non
- Corrosions sous dépôt:



MAIS LA POSE D'UN FILTRE MAGNETIQUE NE POURRA PAS REMPLACER UN DESEMBOUAGE DE L'INSTALLION

Les purgeurs et séparateurs d'air

Pourquoi des purgeurs et séparateurs d'air...

- La présence d'air entraîne une mauvaise circulation de la chaleur et de l'eau, des glouglous dans les radiateurs, le grippage ou la cavitation des pompes, mais aussi la corrosion (embouage et percement des chaudières, radiateurs et autres composants de votre installation). L'air dans votre installation de chauffage provient :

- De l'eau de remplissage (pratiquement 10% d'air dissous)
- D'un système d'expansion ouvert
- D'un mauvais système d'expansion fermé (n'assurant pas dans le temps une pression suffisante à l'installation).
- L'air peut aussi rentrer dans l'installation
 - par diffusion à travers des éléments en matière synthétique,
 - des flexibles en caoutchouc,
 - par des raccords étanches à l'eau mais pas à l'air.



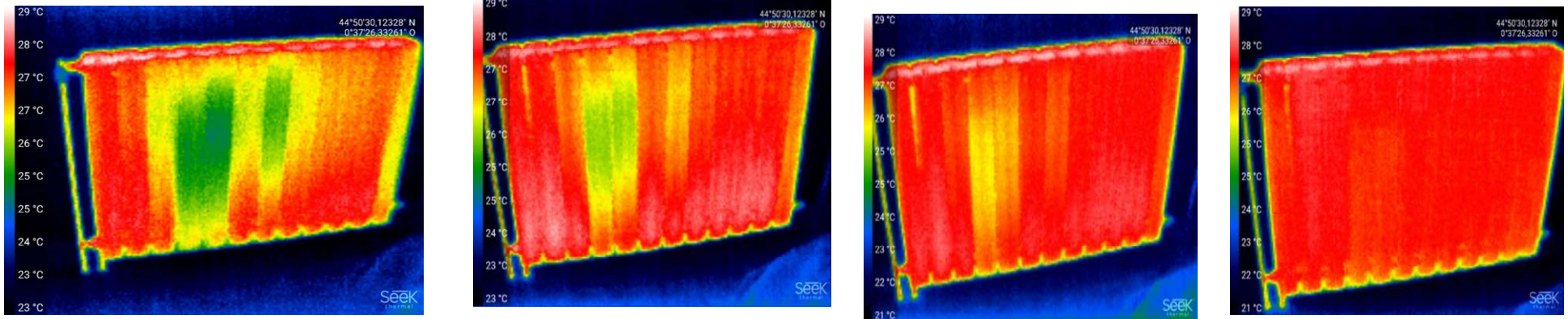
Désembouage de l'installation

Traitement Curatif: Le Désembouage

Le désembouage d'une installation de chauffage ou d'eau glacée s'effectue selon plusieurs méthodes :

- L'injection dans le circuit de chauffage (ou eau glacée) d'un produit chimique appelé désembouant (rapide ou lent) ⇒ la formation de boue résulte d'une oxydation, le désembouage consiste donc à désoxyder le réseau et **il n'y a pas de désoxydation sans l'utilisation de produit chimique destiné à cet effet.**
- le rinçage du circuit, méthode mécanique qui consiste à nettoyer et détacher les boues en injectant de l'air à haute pression dans l'eau ⇒ c'est la technique dite en « Hydrodynamique »
- Désembouants ou dispersants: ils permettent de disperser et mettre en suspension les boues d'un circuits fermés et faciliter le rinçage et l'élimination des boues responsables des dysfonctionnements de l'installation
- Traitement Via une désemboueuse: Optimiser l'intervention de désembouage:
 - Désemboueuse eau
 - Désemboueuse air + eau

LA CAMERA THERMIQUE SERT A VISUALISER LE DESEMBOUAGE

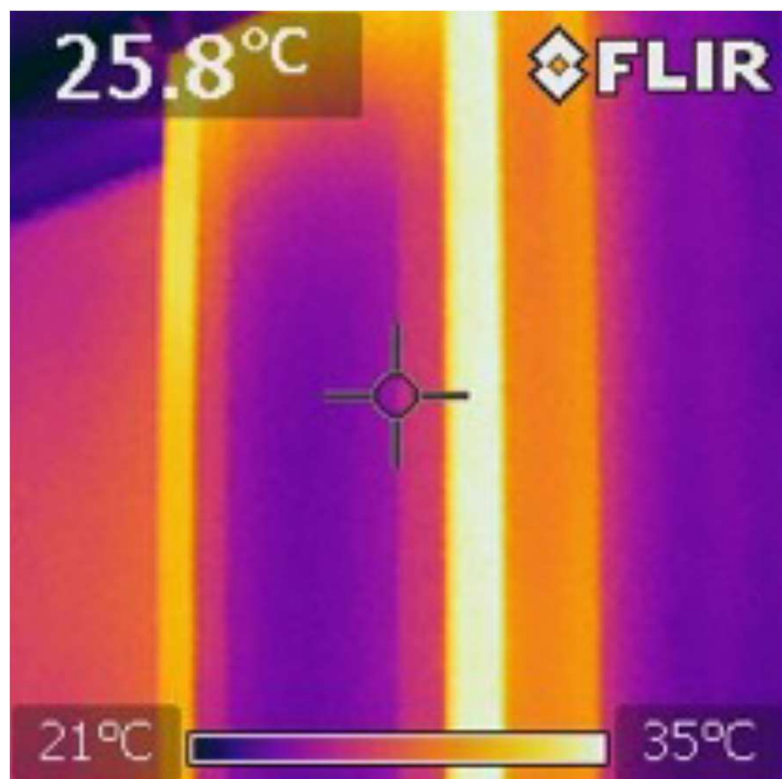


DESEMBOUAGE VISIBLE EN CONTINUE

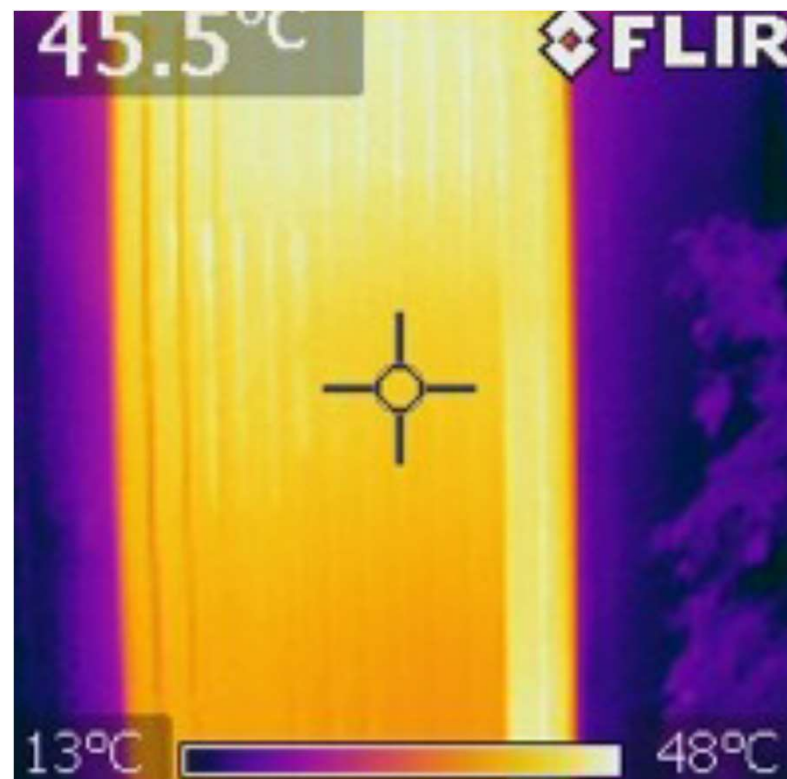
Un désembouage peut faire gagner 15 à 25% de rendement sur la globalité de l'installation

C2E Désembouage sorti en Octobre 2023 pour les chaudières de 4 à 400 KW

AVANT DESEMBOUAGE



APRES DESEMBOUAGE



Lutte contre la corrosion

- Choisir un métal inoxydable, mais dans l'absolu ils n'existe pas de métal inoxydable.
- Eviter le contact direct entre métaux de potentiel différent.
- Éviter les hétérogénéités.
- Vase d'expansion correctement dimensionné et/ou gonflé
- Bonne mise à la terre de l'installation
- Maîtriser l'environnement: acidité, chlorures, dureté, température, vitesse du fluide, etc.....
- isolation physique entre le métal et la solution aqueuse : assez facile à mettre en œuvre pour les grandes dimensions : ballons, bâches de stockage, gros diamètres,... Néanmoins des fissures dans le revêtement peuvent amener une corrosion d'autant plus dangereuse que la surface de ces zones anodiques sera faible. La galvanisation des tubes et pièces de raccordement peut dans une certaine mesure, entrer dans cette catégorie.
- annuler les réactions de cathode par élimination des agents participants ou inducteurs de corrosion.
- utiliser les réactions d'anode et/ou de cathode pour passiver ces surfaces en utilisant les agents présents naturellement dans l'eau ou ajoutés : c'est le domaine de la passivation soit naturelle soit par usage d'inhibiteurs.
- modifier les potentiels électriques des surfaces afin de les rendre cathodiques : c'est le domaine de la protection cathodique par potentiel imposé.
- introduire un métal beaucoup plus anodique que les métaux environnants : protection par anode sacrificielle.

Prévention/Diagnostic



- Respecter les préconisations du fabricant, VDI, etc....
- Réaliser une analyse d'eau: Analyser l'eau de remplissage et chauffage afin de déterminer la cause de l'embouage (pH, conductivité, métaux dissous, etc.....)
- Identifier des fuites possibles, limiter les appoints d'eau: chaque appoint d'eau ajoutera du calcaire et de l'oxygène dans l'installation
- Vérifier le bon fonctionnement et dimensionnement du vase d'expansion
- Vérifier le bon fonctionnement des purgeurs
- Poser un séparateur d'air sur le départ: éviter la corrosion par l'oxygène, éviter les phénomènes de cavitation
- Poser un filtre magnétique sur le retour de l'installation: protège la chaudière(rendement, corrosion sous dépôt)
- Qualité de l'eau de remplissage



Le principal agent de corrosion dans un circuit est la présence de corps étrangers provenant :

- De la corrosion
- Du développement de bactéries
- Du dépôt de calcaire
- De la fabrication des tubes,
- Du stockage des équipements sur chantier avec les introductions de sable, boues, ciment, matières organiques telles que feuilles, brindilles, insectes,...
- De l'assemblage des équipements : laitier de soudure, chanvre de filasse, graisses de montage, copeaux et limaille,...

Nécessité de réaliser un nettoyage du réseau avant sa mise en service définitive ou un désembouage lors d'un changement de chaudière

COROXYL



LE PARTENAIRE DE VOTRE EAU

Optimiser ses installations de chauffage et de distribution dans les grands ensembles

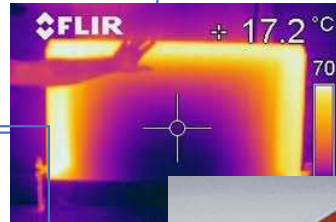
Symptômes:

- Baisse de rendement
- Eau du circuit turbide et visqueuse
- Présence de particules (bactéries, oxydes métalliques, calcaire)
- Fuites et percements
- Remplacement intempestif de pièces



Conséquences:

Augmentation de la facture énergétique, dysfonctionnement, augmentation gaz effet de serre, Inconfort client final



Causes:

- Pas de mise à la terre
- Eau de remplissage de mauvaise qualité
- Vase d'expansion mal dimensionné
- Fuites (laissant entrer l'air)
- Appoints d'eau (oxygenation et calcaire)

Absence de filtre magnétique

Absence de séparateur d'air

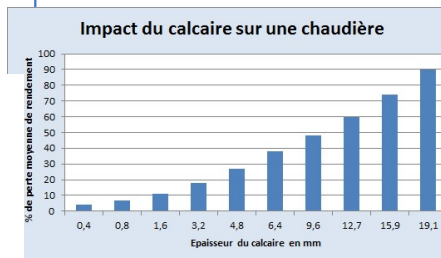
Métaux différents en contact

Solutions:

- Analyse d'eau (remplissage et circuit) pour réaliser un diagnostic et un contrôle annuel de la qualité d'eau du circuit
- Bon dimensionnement du vase d'expansion, bonne mise à la terre
- Désembouage, Inhibiteur de corrosion
- Qualité de l'eau
- Pose d'un filtre magnétique
- Pose d'un séparateur d'air



GAGNER 15 à 20% de RENDEMENT sur vos INSTALLATIONS de CHAUFFAGE



Dr Philippe TOUNISSOU

philippe.tounissou@coroxyl.com

06 85 09 31 20

COROXYL