

U-3ARC

WEBINAIRE DE FORMATION N°44



Corrosion dans les systèmes HVAC



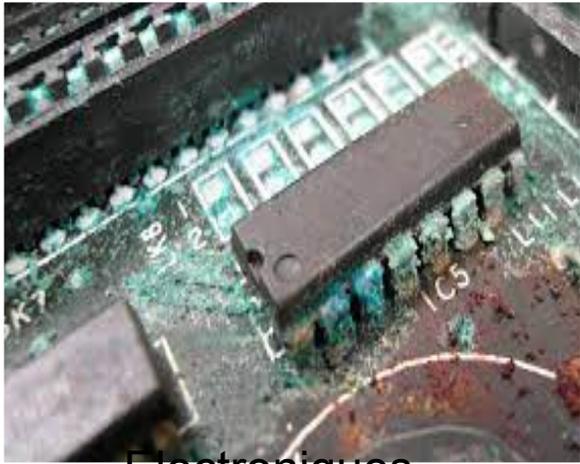
Trainer: Jitendra Bhambure

19 Juillet 2025

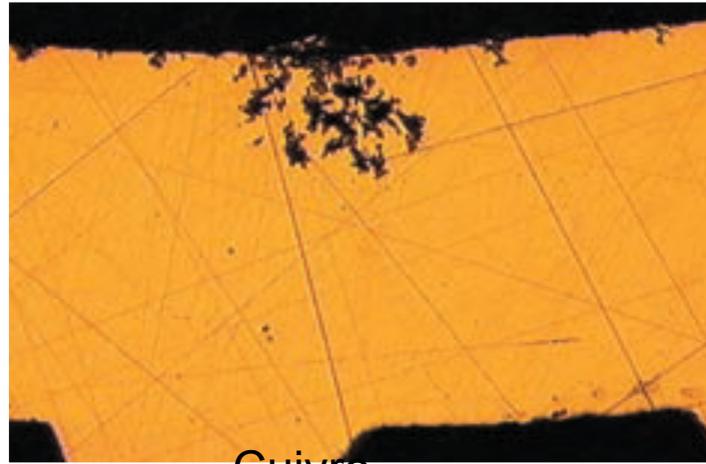
Table des matières

- Définition
- Études de cas
- Principes de base et types de corrosion
- Échangeurs de chaleur à ailettes, tubes et microcanaux
- Corrosion du cuivre
- Brasage
- Acier et quincaillerie
- Pièces électriques et électroniques
- Rayonnement UV
- Réfrigérants

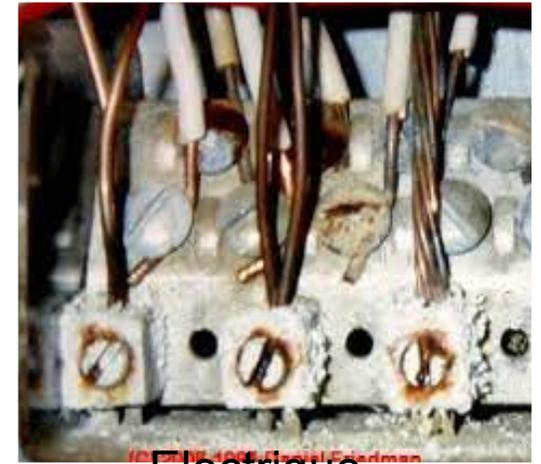
Quelques exemples



Electroniques



Cuivre



Electrique



Piqures de l'acier



Materiel



Palmes



Echangeur de chaleur



Définition

Corrosion (du latin mot corrode, signifiant « ronger ») est le dommage irréversible ou la destruction de matériau dû à une réaction chimique ou électrochimique ayant un impact sur l'utilisation prévue du matériau.

Se produit sur des surfaces exposées et correspond au changement progressif des propriétés d'origine du produit chimique présent dans l'environnement.

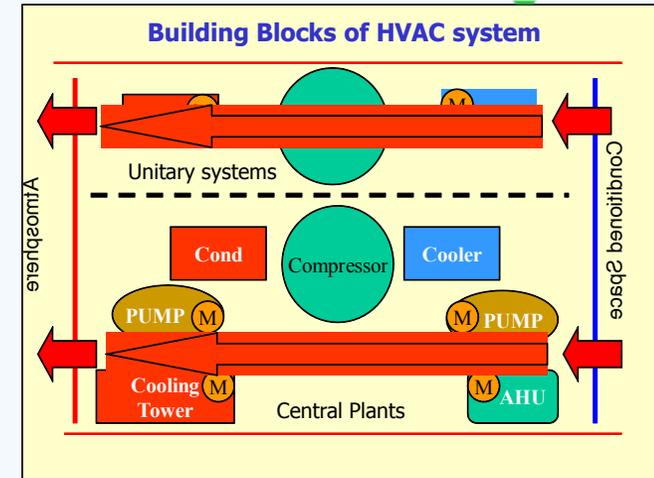
La corrosion peut également se produire dans des matériaux autres que les métaux, tels que les polymères, en raison des produits chimiques présents dans l'environnement et de l'exposition aux rayonnements tels que les UV.

La corrosion dégrade les propriétés utiles des matériaux et des structures, notamment la résistance et l'apparence.



Corrosion dans les systèmes CVC

- Différents matériaux sont en contact avec l'eau, l'air et les substances polluantes, ainsi qu'avec une combinaison des trois.
- Différents métaux sont utilisés dans les systèmes CVC et dans la construction de sous-systèmes qui peuvent se corroder.
- L'impact des polluants dans l'eau et l'air dépend de l'emplacement des installations telles que les zones rurales, urbaines, salines, industrielles, les bords de mer, les décharges, les eaux usées.
- Il est important de comprendre les conditions et les mesures correctives appropriées qui doivent être prises.
- La dégradation due à la corrosion peut entraîner une détérioration des performances, une défaillance précoce et des problèmes de sécurité.



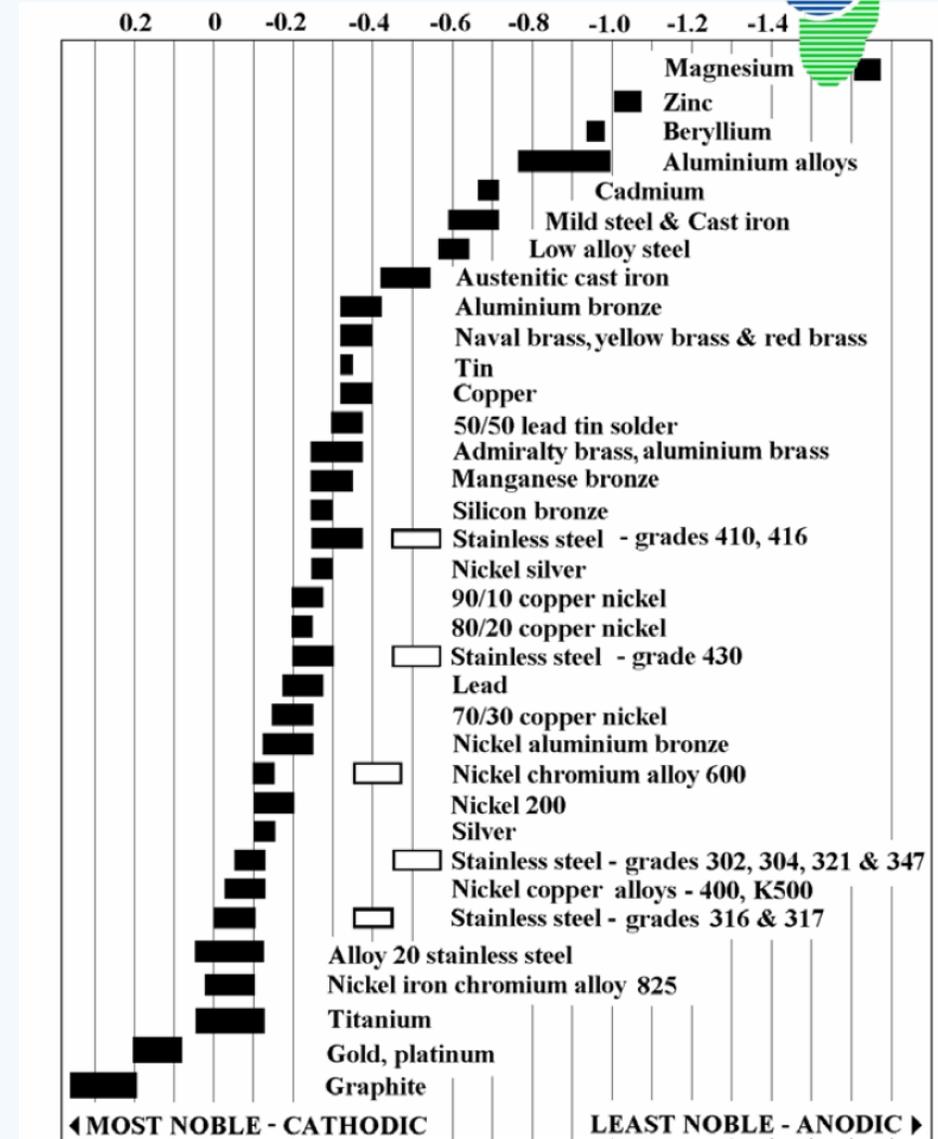
Matériel

- Acier
- Aluminium
- Cuivre
- Plastique
- Tôles revêtues
- Isolation



Notions de base sur la corrosion

- La corrosion galvanique commence par le contact de métaux différents en présence d'électrolyte, principalement de l'eau.
- Si l'une des conditions (contact, métaux ou électrolytes différents) n'est pas présente, la corrosion galvanique ne peut pas se produire.
- Les métaux proches les uns des autres sur le graphique ont généralement un effet modéré. Plus les métaux sont éloignés les uns des autres, plus l'effet de la corrosion est important.
- Le magnésium anodique est le moins noble.
- L'or et le platine sont les plus nobles.
- Prévention : Rompre le contact électrique à l'aide d'isolants ou de revêtements en plastique entre les métaux.





Types

MICRO

- Espaces piscines
- Installations de traitement des eaux
- Systèmes d'égouts ouverts
- Émissions de gaz d'échappement des véhicules et des moteurs diesel
- décharges
- Centrales électriques à combustibles fossiles
- Élevage d'animaux

MACRO

- Adjacent à la côte maritime
- Sites industriels
- Zones urbaines fortement peuplées



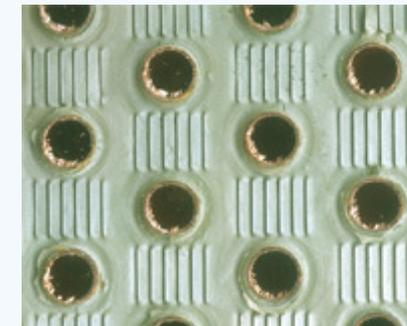


Échangeurs de chaleur

- Corrosion galvanique due au contact de l'aluminium et du cuivre
- Dégradation des ailettes en aluminium

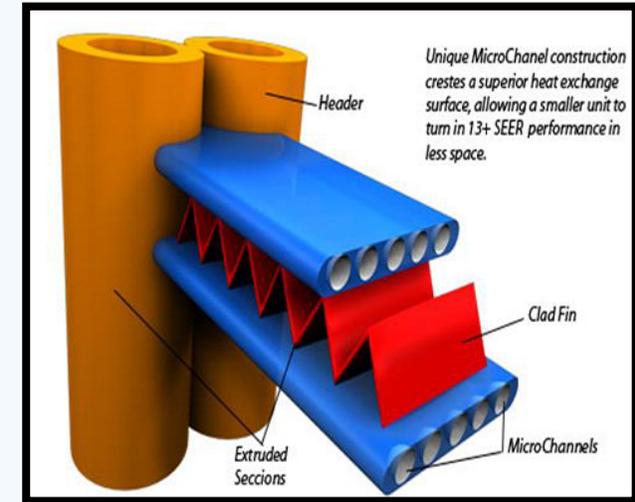
Atténuation

- Ailerons revêtus
- Revêtement total de la bobine
- Bobines cuivre-cuivre
- Étamage
- Revêtement de terrain



Micro Channel

- Les microcanaux offrent un transfert de chaleur plus élevé.
- Les microcanaux sont des tubes en aluminium à géométrie multicanal, brasés sur des ailettes et des collecteurs en aluminium.
- Les tubes collecteurs, les canaux et les ailettes sont recouverts de zinc qui fond pour former des joints soudés et forme un matériau sacrificiel pour empêcher la corrosion.
- Le joint le plus sensible est le joint cuivre-aluminium de la connexion liquide et gaz.
- Le revêtement électronique est une pratique courante pour les bobines et le revêtement époxy pour les joints en cuivre.





Corrosion formiculaire

- On pense généralement que le cuivre est proche du métal noble et ne se corrode pas, ce qui n'est pas vrai.
- La corrosion des fourmilières se produit lorsque de l'oxygène, de l'humidité et un corrosif spécifique, généralement un acide organique, sont simultanément présents sur une surface en cuivre.
- La nature de l'attaque est de nature submicroscopique ; les piqûres créées par ce type de corrosion sont si fines qu'elles ne sont pas visibles à l'œil nu.
- La corrosion commence à partir de la surface du tube et progresse rapidement dans la paroi du tube.
- La construction de nouvelles maisons émet des COV provenant du contreplaqué, des produits en bois d'ingénierie, des revêtements de sol, de la peinture au latex et des revêtements de sol en vinyle en feuilles, qui ont été identifiés comme les principales sources de ces composés.





Brasage

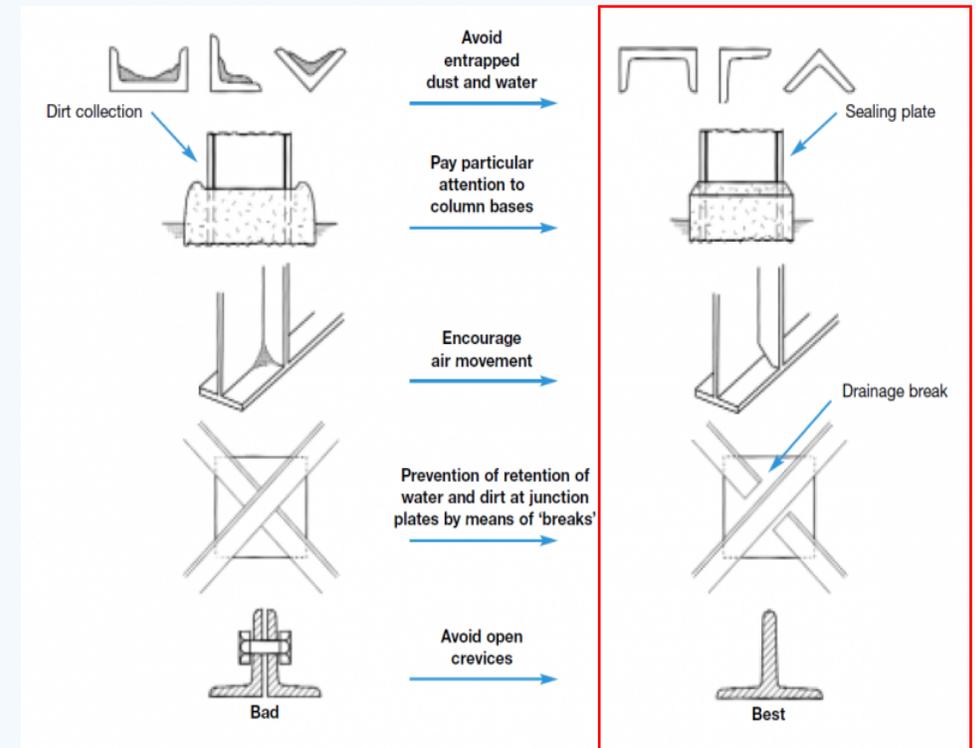
Les zones touchées par la chaleur sont les plus vulnérables

- Résidu de flux
- Oxydation excessive
- Formation d'acide phosphorique dans le DHP Cu et les alliages de Cu
- Piqûres de laiton au plomb
- Acier doux recouvert de cuivre
- Non inerte et ses réactions avec les surfaces intérieures



Corrosion de l'acier

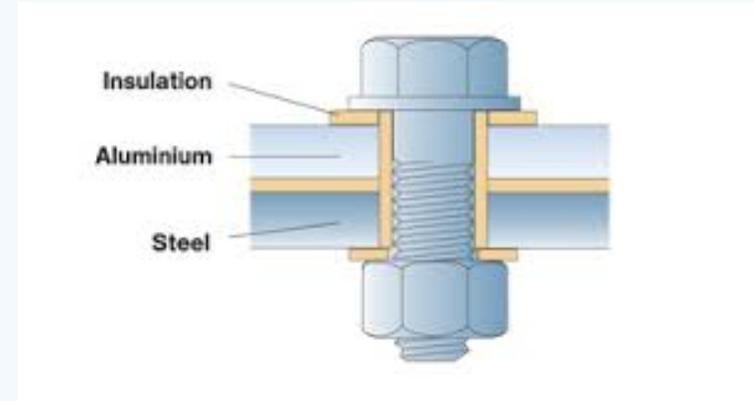
- La corrosion se produit en présence d'humidité et d'oxygène. En l'absence de ces deux éléments, la corrosion ne se produit pas.
- Outre la corrosion générale, différents types de corrosion localisée peuvent également se produire : bimétallique, par piqûres et crevasses.
- La vitesse du processus de corrosion dépend de facteurs tels que le microenvironnement en termes d'humidité, de mouillure et de pollution atmosphérique.
- **Atténuation**
 - ✓ Revêtement par matériau sacrificiel, galvanoplastie, galvanisation à chaud, pulvérisation métallique
 - ✓ Revêtement spécifique en fonction de l'environnement
 - ✓ Considérations de conception





Matériel

- Dans le cas de métaux différents à assembler, la corrosion galvanique doit être traitée en rompant la connectivité électrique.
- Il est recommandé d'utiliser une rondelle non métallique sous les vis, en particulier les vis autotaraudeuses, utilisées dans l'assemblage des boîtiers.
- La méthode traditionnelle consiste à utiliser un revêtement de zinc par immersion à chaud ou électrolyse suivi d'une passivation. Cependant, ce procédé présente des limites en raison d'un dépôt irrégulier.
- Le revêtement en flocons de zinc est adopté par l'industrie automobile, ce qui offre une protection supérieure.
- Plus de 1000 heures selon le test ASTM B117 au brouillard salin, offre une protection adéquate.





Composants électroniques

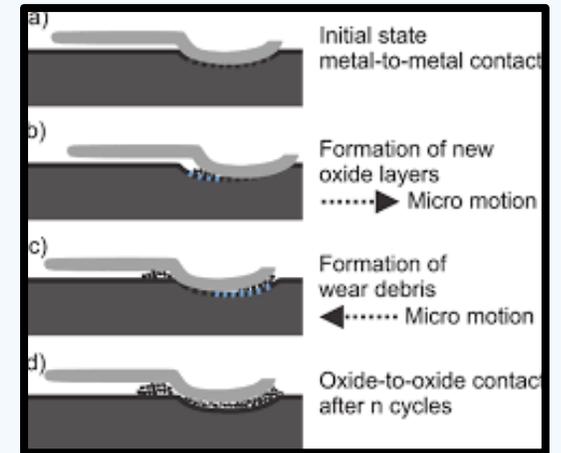
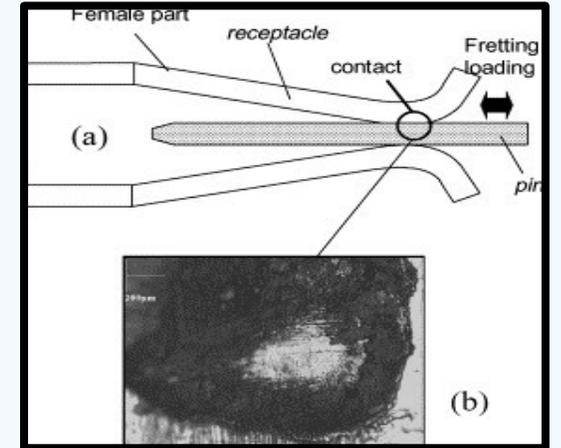
- La corrosion est l'une des raisons les plus courantes de défaillance électronique due aux contaminants et aux conditions environnementales.
- Les contaminants comprennent :
 - a. Particules fines et grossières telles que les chlorures, les sulfates, le sodium, l'ammonium, le potassium, le magnésium et le calcium.
 - b. Des gaz tels que le dioxyde de soufre et l'oxyde d'azote dans un environnement relativement humide.
- Ces produits chimiques attaquent les pistes du PCB, les connexions et les fils des capteurs.
- Le revêtement conforme offre la meilleure protection dans la plupart des cas.
- Dans un environnement hautement corrosif, l'enceinte est maintenue sous une pression positive d'air ou d'azote.



Corrosion de contact des composants électriques



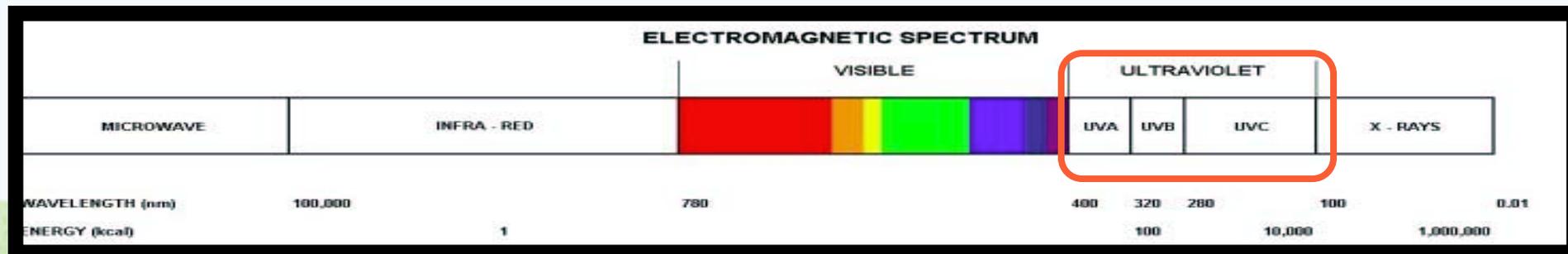
- La corrosion de contact est une forme d'oxydation atmosphérique accélérée qui se produit à l'interface des matériaux en contact subissant un léger mouvement relatif cyclique et est observée dans les métaux mous comme dans les métaux durs.
- Dans les contacts électriques impliquant des métaux non nobles, l'action de frottement peut provoquer une augmentation rapide de la résistance de contact, conduisant à des circuits ouverts virtuels .
- Solution corrective : Les huiles synthétiques et naturelles se sont avérées efficaces pour prévenir/minimiser la corrosion par frottement, car elles ont la capacité d'exclure l'oxygène du contact, empêchant ainsi l'oxydation des débris d'usure et du matériau de contact fraîchement exposé.





rayonnement UV

- L'exposition aux UV entraîne une décoloration, une dégradation et une altération des propriétés du matériau, car elle accélère la diffusion des radicaux libres d'hydrogène à travers la matrice polymère et la rupture de la chaîne.
- Presque tous les polymères synthétiques nécessitent une stabilisation, y compris un revêtement en poudre protecteur utilisé sur les pièces en tôle.
- L'attaque des UV par le soleil peut être évitée en ajoutant des stabilisateurs UV au polymère lors du mélange des ingrédients, avant le moulage par injection. Les stabilisateurs UV agissent généralement en absorbant le rayonnement UV.
- Le revêtement en poudre de polyester aide à retarder la dégradation.
- La température et l'humidité ambiantes accéléreront tout effet du niveau d'intensité des UV.



RÉFRIGÉRANTS qui se décomposent en présence d'humidité et de température élevée



- Les acides inorganiques forts tels que HCl et HF sont formés à partir de la décomposition des réfrigérants.
- Acides organiques plus faibles produits à partir de la décomposition des lubrifiants.
- L'humidité réagit avec les lubrifiants à base d'ester de polyol (POE) pour former des acides organiques et des alcools.
- Le fer, l'aluminium et le cuivre réagissent avec les acides inorganiques et carboxyliques pour former des sels ou peuvent catalyser une réaction d'hydrolyse à des températures plus élevées.
- Les réfrigérants contrefaits peuvent causer d'énormes dommages au système car leurs propriétés sont altérées et ont un impact sur les performances.
- Le réfrigérant R40 est très corrosif avec l'aluminium et forme un mélange explosif pouvant provoquer un incendie.



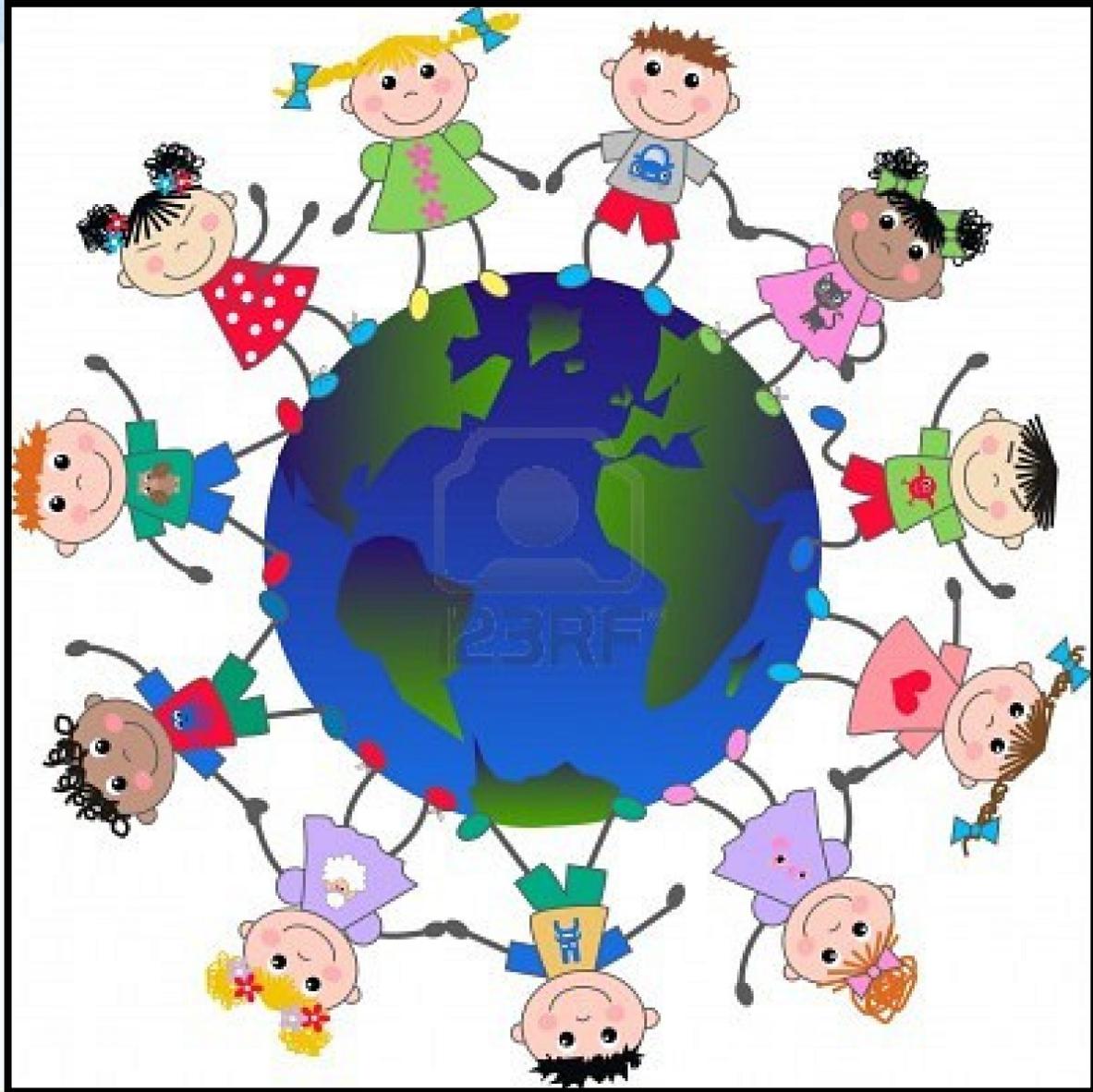
Études de cas

- Échangeur de chaleur à plaques
- Rouille du compresseur
- Vanne d'expansion pour climatiseur ferroviaire
- Échangeur de chaleur à microcanaux
- Défaillances répétées des PCB
- Voyant



Résumé

- La corrosion peut avoir un impact sur les performances, réduire la durée de vie et entraîner des problèmes de sécurité
- La corrosion entraînant une fuite de réfrigérant a un impact énorme sur l'environnement, car les réfrigérants contribuent de manière significative au RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE
- Évaluer les environnements MICRO et MACRO
- Les conditions MICRO nécessitent une attention particulière
- La réflexion sur la conception est la première étape
- Certains procédés comme le soudage et le brasage doivent être contrôlés
- Assurez-vous que tous les composants et sous-systèmes sont couverts
- Les remèdes sur le terrain nécessiteront des experts, le contrôle des processus est essentiel



Nous avons la
responsabilité de
assurer l'avenir de
la prochaine
génération...

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Jitendra Bhambure

- Vice-président R&D à temps plein chez Blue Star India
- A travaillé comme conseiller CEEW
- Représentant de l'Inde au RTOC (PNUE)
- Président fondateur ISHRAE Thane Chapter
- Membre TG ISHRAE
- Président de la division des procédés de l'IMechE
- bhambure.jm@gmail.com