Corrosion galvanique et compatibilité

Quels métaux peuvent être en contact — la série galvanique et les règles d'indice anodique — ainsi que les autres formes de corrosion et la manière de les éliminer dès la conception d'un assemblage.

RÉVISION	PUBLICATION	RESPONSABLE	COMPLÉMENT
1.0	June 2026	Ingénierie Ideambox	Référence PDF

RÉSUMÉ

Lorsque deux métaux différents sont en contact en présence d'un électrolyte (même la simple humidité de l'air), le plus actif se corrode préférentiellement — c'est la corrosion galvanique. C'est l'une des défaillances en service les plus fréquentes, et les plus évitables, des assemblages multimatériaux. La série galvanique et quelques règles permettent de savoir quels couples sont sûrs.

La section 1 explique la corrosion galvanique. La section 2 présente la série galvanique / l'indice anodique. La section 3 donne les règles de compatibilité. La section 4 couvre les autres formes de corrosion. La section 5 traite des mesures de prévention. La section 6 est une liste de contrôle.



LORSQUE DEUX MÉTAUX SONT COUPLÉS DANS UN ÉLECTROLYTE, LE PLUS ACTIF (ANODIQUE) SE CORRODE ET PROTÈGE LE PLUS NOBLE. IL FAUT MAINTENIR UN FAIBLE ÉCART D'INDICE ANODIQUE — ET SE RAPPELER QU'UNE PETITE ANODE FACE À UNE GRANDE CATHODE SE CORRODE RAPIDEMENT.

SOMMAIRE

1. Corrosion galvanique
2. Série galvanique (indice anodique)
3. Règles de compatibilité
4. Autres formes de corrosion
5. Prévention
6. Liste de contrôle

1. Corrosion galvanique

La corrosion galvanique exige **trois conditions simultanées** — en supprimer une seule suffit à l'arrêter :

1. **Deux métaux différents** (de noblesse différente),
2. un **électrolyte** qui les relie (eau de mer, condensation, voire air humide), et
3. un **contact électrique** entre eux.

Le métal le plus actif (anodique) devient l'anode et se corrode plus vite qu'il ne le ferait seul ; le métal le plus noble (cathodique) est protégé. Plus l'écart de noblesse est grand et plus l'électrolyte est conducteur, plus la corrosion est rapide.

`Anode`	Le métal le plus actif — il se corrode (perd de la matière)
`Cathode`	Le métal le plus noble — il est protégé
`Indice anodique`	Noblesse d'un métal sur une échelle de 0 (noble) → 1.75 (actif) ; c'est l'*écart* qui prédit le risque
`Rapport de surfaces`	Surface de la cathode / surface de l'anode — une grande cathode alimentant une petite anode est le cas dangereux

2. Série galvanique (indice anodique)

Classement du **plus noble (cathodique, protégé)** au **plus actif (anodique, se corrode)** — l'écart d'indice entre deux métaux couplés prédit le risque (approche de type MIL-STD-889) :

MÉTAL	INDICE ANODIQUE (V)
Or, platine, graphite	0.00
Argent	0.15
Inox (passif), titane, nickel	0.30
Cuivre, laiton, bronze	0.40
Étain, plomb, brasure tendre	0.65
Inox (actif)	0.50–0.85
Acier au carbone, fonte	0.85
Alliages d'aluminium	0.90–0.95
Cadmium	0.80
Zinc (et galvanisation)	1.25
Magnésium	1.75

Le zinc et l'aluminium sont volontairement **sacrificiels** — la galvanisation et les primaires riches en zinc protègent l'acier en se corrodant en premier. L'inox est noble *lorsqu'il est passif*, mais devient actif dans les interstices stagnants et pauvres en oxygène.

3. Règles de compatibilité

Maintenir l'**écart d'indice anodique** sous le seuil correspondant à l'environnement :

ENVIRONNEMENT	ÉCART D'INDICE MAX.
Sévère / marin / extérieur	≤ 0.15 V
Intérieur normal	≤ 0.25 V
Sec / température et humidité contrôlées	≤ 0.50 V

Et surveiller le **rapport de surfaces** : une *petite anode* alimentant une *grande cathode* se corrode vite (p. ex. une vis en acier dans une grande plaque de cuivre — mauvais ; une vis en cuivre dans une grande plaque d'acier — bien moins grave). La visserie doit être au moins aussi noble que les pièces qu'elle assemble.

4. Autres formes de corrosion

FORME	CAUSE	PRÉVENTION
Uniforme	oxydation généralisée	revêtements, peinture, alliage plus noble, surépaisseur de corrosion
Par piqûres	attaque des films passifs par les chlorures (inox)	nuances 316 / à plus forte teneur en Mo, éviter la stagnation
Caverneuse	interstices pauvres en oxygène (sous joints, recouvrements)	étancher/supprimer les interstices, drainage
Corrosion sous contrainte	contrainte de traction + milieu spécifique	réduire la contrainte, alliage résistant, grenaillage
Intergranulaire	soudures d'inox sensibilisées (carbures de Cr)	nuances bas carbone (304L/316L) ou stabilisées

5. Prévention

- **Choisir des couples compatibles**
  la solution la moins chère consiste à retenir des métaux dans l'écart d'indice admis.

- **Isoler** lorsque le mélange est inévitable : joints non conducteurs, rondelles épaulées/manchons isolants sur la visserie, revêtement sur une face ou sur les deux (couper le chemin électrique).

- **Rapport de surfaces favorable**
  anode grande ou cathode petite ; jamais une minuscule vis anodique dans une grande pièce cathodique.

- **Revêtir la cathode** (contre-intuitif mais juste : un défaut de revêtement sur l'anode concentre l'attaque).

- **Anodes sacrificielles** (zinc/magnésium) pour les grandes structures ; **inhibiteurs / mastics d'étanchéité** pour exclure l'électrolyte.

- **Drainage**
  supprimer dès la conception les pièges à eau et les interstices.

6. Liste de contrôle

- **Lister tous les métaux en contact** (visserie, revêtements et ressorts compris).
- **Électrolyte ?** intérieur sec, humide, projections, ou immersion/milieu marin.
- **Écart d'indice**
  relever l'indice de chaque métal ; comparer l'écart à la limite de l'environnement.
- **Rapport de surfaces**
  l'anode est-elle petite par rapport à la cathode ? Visserie au moins aussi noble que l'assemblage.
- **En cas d'incompatibilité :** isoler (joint/manchon/revêtement), changer de matériau ou ajouter un élément sacrificiel
  et supprimer les interstices et pièges à eau. À utiliser avec les références
  Traitements thermiques et de surface
  et
  Matériaux
  .

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/fr/downloads/galvanic-corrosion-chart/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact