

9.1 CARACTÉRISTIQUES DE BASE

En général, les alliages à haute teneur en Cu ont une résistance à la corrosion analogue à celle du cuivre non allié qui présente une remarquable tenue dans de nombreux milieux corrosifs. Le cuivre figure parmi les métaux les plus nobles,

au sens thermodynamique, après les métaux précieux, comme l'indique le tableau suivant où sont reportés les potentiels d'oxydo-réduction standard (E°) des principaux métaux :

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

Dans les alliages, les éléments d'addition comme Ni, Al, Sn, As, améliorent considérablement la résistance du cuivre à différents types de corrosion. D'autres comme Fe et Zn peuvent l'altérer ou l'améliorer suivant les cas. Le tableau suivant donne les vitesses de corrosion atmosphériques (corrosion sèche) du cuivre et de ses principaux alliages.

Ces vitesses de corrosion ont été mesurées à New York sur une durée de 20 ans. Les pertes de poids sont déterminées après nettoyage dans l'acide sulfurique froid ou l'acide chlorhydrique et grattage de la surface avec une brosse. Pour certains alliages l'aspect pratiquement inchangé de la surface du métal occulte le phénomène de corrosion.

Vitesse de corrosion du cuivre et de ses alliages en atmosphère sèche			
Alliage	en mg/dm ² /jour*	Alliage	en mg/dm ² /jour*
Cu-a1/Cu-b1	0,31	CuSn8P	0,56
CuAl8	0,40	CuNi20Zn5	0,60
CuSi3Mn	0,43	CuNi29Sn1	0,62
CuZn29Sn1	0,47	CuZn30	0,71
CuZn15	0,48	CuZn22Al5Mn3Fe3	2,00

* 1 mg/dm²/jour \approx 4 μ m/an.

9.2 COMPORTEMENT VIS-À-VIS DES CORPS CHIMIQUES

On trouvera en annexe un tableau indicatif donnant le comportement du cuivre et de ses principaux alliages vis-à-vis d'un certain nombre de produits chimiques et atmosphères usuelles. Ces données qualitatives doivent être complétées par une étude cas par cas des conditions de service.

9.3 COUPLES ÉLECTROCHIMIQUES AVEC LES AUTRES MÉTAUX

Dans le couple formé par deux métaux, c'est le métal le moins noble (potentiel le plus bas) qui est anodique et subit donc la corrosion galvanique.

Le cuivre est cathodique par rapport à la plupart des autres métaux et alliages industriels. Il en résulte un risque théorique de corrosion accélérée pour ces derniers quand ils sont en liaison électrique avec le cuivre en présence d'un électrolyte constitué d'une solution conductrice ionique acide ou basique (corrosion humide). Les différences de potentiel entre le cuivre et divers métaux et alliages dans de l'eau de mer en circulation à 3 m/s et à 20 °C sont données ci-dessous. Ces valeurs dépendent du pH de la solution électrolytique et par conséquent sont différentes des écarts de potentiels d'équilibre standards donnés au paragraphe 9.1.

Le potentiel d'oxydo-réduction du cuivre est pris ici comme référence de potentiel (valeur 0 mV). Ces valeurs indiquent la tendance à la corrosion galvanique pour différents couples : cette tendance est d'autant plus marquée que la différence de potentiel entre les éléments est plus grande. Dans ce cas précis, le risque de corrosion existe lorsque cet écart de potentiel est supérieur à 150 mV.

Les risques de corrosion galvanique sont considérablement atténués dans plusieurs cas :

- lorsque les surfaces cathodiques sont négligeables devant les surfaces anodiques,
- lorsque le milieu dans lequel se trouve le couple galvanique est peu conducteur,
- lorsque les produits de corrosion, insolubles et adhérents permettent la passivation des surfaces anodiques.

Différences de potentiel par rapport au cuivre (mV)			
Graphite	+ 610	Acier inox martensitique (passif)	+ 50
Platine	+ 570	Brasure Sn-Pb	+ 40
Or	+ 440	Etain	+ 20
Titane	+ 360	Laiton	- 10
Acier inox austénitique au molybdène (passif)	+ 300	Cupro-aluminium sans nickel	- 40
Acier inox austénitique (passif)	+ 290	Acier inox austénitique au molybdène (actif)	- 50
Argent	+ 230	Fonte austénitique au nickel	- 140
Brasure à l'argent	+ 210	Acier inox austénitique (actif)	- 140
Cupro-aluminium au nickel	+ 150	Acier inox ferritique (actif)	- 150
Cupro-nickel 70/30	+ 150	Acier inox martensitique (actif)	- 150
Nickel	+ 140	Acier faiblement allié	- 260
Plomb	+ 120	Acier doux, fonte	- 310
Acier inox ferritique (passif)	+ 110	Cadmium	- 380
Cupro-nickel 80/20	+ 110	Aluminium	- 500
Cupro-nickel 90/10	+ 90	Chrome	- 550
Maillechort	+ 80	Béryllium	- 640
Bronze	+ 70	Zinc	- 680
Cupro-silicium	+ 70	Magnésium	- 1 280

9.4 FATIGUE SOUS CORROSION

Le cuivre et les alliages cuivreux présentent une résistance à la fatigue sous corrosion peu différente de leur limite de fatigue dans l'air. Le tableau suivant donne les résultats d'essais

comparatifs de résistance à la fatigue poursuivis jusqu'à 10 à 100 millions de cycles en eau douce et en eau salée.

Résistance à la fatigue sous corrosion du cuivre et de ses alliages					
Alliage	Etat	Nombre de cycles x 10 ⁶	Air R (MPa)	Eau douce R (MPa)	Eau salée R (MPa)
Cu-b1	Recuit	100	70	70	-
CuZn35	Recuit	50	120	85	85
CuSn5	Recuit	12	140	140	140
CuAl13Fe4Mn3	Filé	50	280	210	210
CuAl10Ni5Fe5	Forgé	50	355	-	300
	Coulé	100	220	200	150
CuNi20MnFe	Recuit	50	125	125	125