La corrosion des statues de métal

Introduction

L'utilisation des métaux dans le domaine de la sculpture date de l'antiquité, le cuivre étant alors très populaire. Beaucoup d'autres métaux peuvent néanmoins composer les statues : l'or, l'argent ou encore le zinc par exemple.

Dégradation

L'oxydoréduction est réellement la cause majeure de dégradation des statues de métal. Toutes les sculptures métalliques exposées à l'extérieur et qui sont en contact avec l'air et la pluie sont sujettes à ce phénomène.

L'oxydoréduction est le transfert d'électrons d'un corps (réducteur) vers un autre (oxydant). Cette réaction se compose de deux "demi-réactions" : l'oxydation du réducteur et la réduction de l'oxydant, d'où le terme d'"oxydoréduction". Lorsqu'une espèce chimique perd un ou plusieurs électrons, on dit qu'elle subit une oxydation ou bien que cette espèce chimique est oxydée. L'oxydoréduction implique par conséquent des ions.

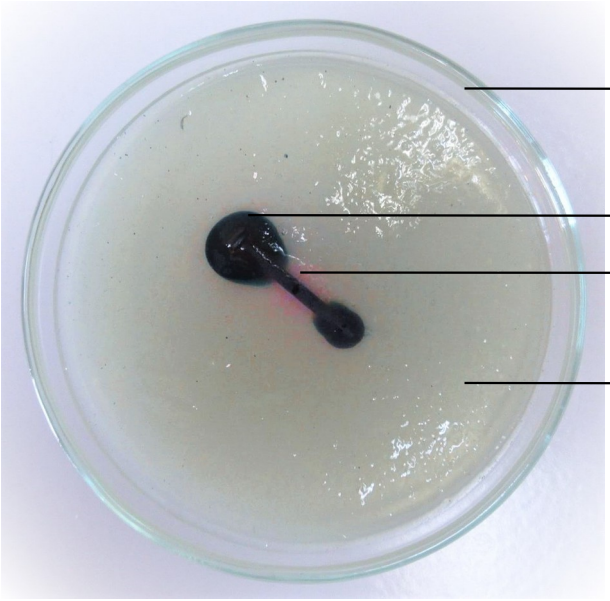
De cette réaction résulte un oxyde, caractéristique à chaque métal (rouille pour le fer ou vert-de-gris pour le cuivre par exemple)

Expérience : Les effets de la pluie et de l'air sur le métal

Nous avons choisi d'étudier à travers cette expérience l'oxydoréduction du fer, assez peu utilisé dans la fabrication de statues. Effectivement, ce métal se dégrade rapidement, ce qui nous permettra de gagner du temps. Le phénomène est dans tout les cas identique chez les autres métaux.

Le phénomène d'oxydoréduction qui se produit entre le fer, l'eau et le dioxygène est appelé rouille. La rouille est de couleur brun/rouge.

L'expérience consiste à plonger un clou de fer dans une solution éthanoïque de phénolphtaléine, de ferricyanure de potassium et d'agar-agar (gélifiant). En effet, le ferricyanure de potassium donne une coloration bleue foncée en présence d'ions Fe^{2+}, alors que la phénolphtaléine donne une coloration rose en milieu basique, l'agar-agar sert à gélifier la solution pour rendre la manipulation plus aisée et empêcher les coloration de se dissiper et de se mélanger.



On remarque donc après quelques jours de repos l'apparition d'une coloration bleue aux extrémités du clou, ainsi qu'une coloration rose en son milieu.

Deux réactions entrent ici en jeu :

Oxydation du métal (zones bleues) : $Fe_{(s)} = Fe^{2+}_{(s)} + 2\ e^-$

Réduction du dioxygène (zones roses) : $O_{2(g)} + 2\ H_2O_{(l)} + 4\ e^- = 4\ OH^-_{(aq)}$
Les ions OH- étant responsables de la basicité à laquelle la phénolphtaléine réagit.

La réaction d'oxydoréduction est le bilan de ces deux réactions :

$$2\ Fe_{(s)} + O_{2(g)} + 2\ H_2O_{(l)} \rightarrow 2\ Fe^{2+}_{(s)} + 4\ OH^-_{(aq)}$$

Exemples

Un exemple de statue de fer rouillée.

Un autre exemple avec la statue de la liberté, dont la structure interne est faite de fer. Cette dernière a diminué de moitié depuis sa mise en place en 1886.
Le cuivre recouvrant la statue, de couleur orangée, s'est pareillement corrodé. L'oxydoréduction du cuivre résulte lui en effet par la formation d'hydroxycarbonate de cuivre (ou *vert-de-gris*), de couleur verte, donnant à la sculpture sa couleur actuelle.

Interventions