Vingt-cinq ans de recherches sur la corrosion

Chaque année, la corrosion des métaux coûte au Canada environ 750 millions de dollars, au Royaume-Uni un milliard et demi de dollars et aux États-Unis plusieurs milliards de dollars.

Les recherches faites à la Division de chimie du Conseil national de recherches du Canada ont beaucoup contribué à acquérir une meilleure compréhension de la corrosion, de ses causes et de la manière dont elle se développe et peut être arrêtée.

La corrosion a été définie comme étant l'attaque chimique ou électrochimique d'un métal par des agents se trouvant dans son environnement. Le métal est alors transformé en un composé métallique. Tous les métaux exposés aux éléments ont, semble-t-il, une certaine tendance naturelle à retourner à leur état natif. Lorsqu'un métal se corrode ses qualités mécaniques essentielles comme sa résistance, son élasticité et sa ductilité sont perdues car les composés résultant de la corrosion n'ont pas les propriétés mécaniques du métal.

Pour une compagnie, la corrosion signifie une perte financière immédiate qui apparaît, par exemple, sous la forme de ruptures soudaines de tuyauteries, de réservoirs, de composantes métalliques, de coques de bateaux et de structures marines. Pour chacun de nous, la corrosion signifie aussi une perte de temps et d'argent car elle s'attaque aux réservoirs d'eau chaude, aux pots d'échappement des voitures et aux toitures. Sur le plan national, elle signifie une diminution des ressources en métal, en main-d'oeuvre et en énergie puisqu'il faut remplacer les structures corrodées.

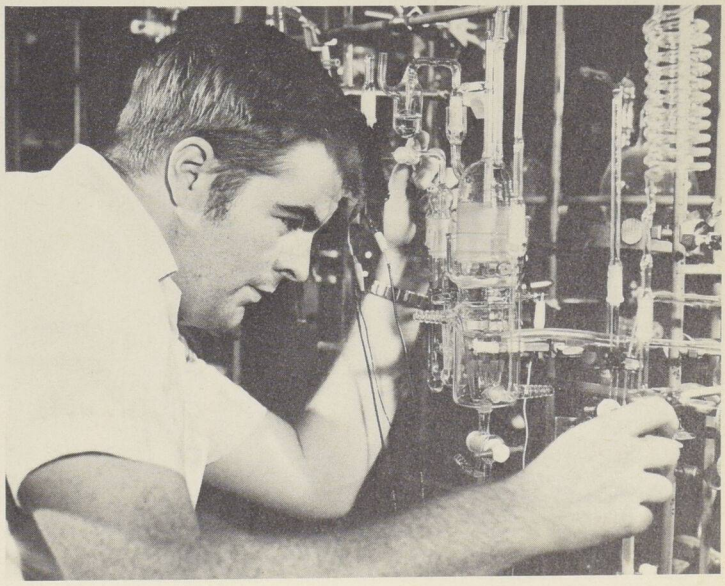
Le prix de revient de la corrosion est encore plus grand qu'il n'apparaît à première vue. Prenons, par exemple, le cas d'une tuyauterie corrodée dans une raffinerie de pétrole; son remplacement ne s'élève guère qu'à quelques centaines de dollars mais, s'il faut arrêter le raffinage durant la réparation, la perte horaire peut dépasser mille dollars.

La corrosion peut aussi diminuer le rendement, car les canalisations partiellement bouchées par la rouille imposent une énergie de pompage plus grande. Ainsi, aux Etat-Unis, on estime que cette conséquence de la corrosion revient annuellement à 60 millions de dollars. La corrosion peut aussi amener la destruction d'un produit nécessaire à une machine et c'est le cas de l'antigel dans les radiateurs corrodés des automobiles. Elle peut aussi altérer des colorants dès que des traces de certains métaux ou composés métalliques y apparaissent. De même l'eau douce passant dans des tuyeaux de plomb corrodés peut devenir impropre à la consommation. La corrosion peut affaiblir les structures d'aéronefs et de véhicules routiers au point qu'il se produit des ruptures soudaines, comme les enquêtes techniques sur les causes de quelques accidents très graves l'ont montré.

Au Conseil national de recherches du Canada, la corrosion est étudiée par la section de corrosion et d'oxydation des métaux de la Division de chimie. Toutes les études faites depuis que le Dr Morris Cohen a été nommé chef de cette section, il y a quelque vingt-cinq ans, ont porté sur les réactions à la base de la corrosion et sur la formation et la rupture des couches minces d'oxyde protecteur. Les résultats obtenus sont tels que la section s'est acquise une réputation internationale.

Mr. P.E. Beaubien conducting microstructural study of an oxidized cobalt specimen. • M. P.E. Beaubien étudie la microstructure d'un échantillon de cobalt oxydé.

Les ingénieurs chimistes et les chimistes savent depuis longtemps que l'addition de phosphates et de chromates arrête la corrosion du fer en contact avec des eaux saumâtres. C'est ce qu'ils appellent la passivité, c'est-à-dire un état ou le fer demeure "passif" et ne disparaît plus en raison de la protection offerte par la couche d'oxyde formée à sa surface. Le laboratoire du Dr Cohen a été le premier à démontrer que ce comportement des phosphates n'est possible qu'en présence d'oxygène. On a aussi trouvé que des inhibiteurs comme les borates, les benzoates et les silicates ont besoin d'oxygène et que d'autres inhibiteurs comme les chromates, les nitrites et les molybdates sont encore plus efficaces en présence d'oxygène. Ces travaux, commencés un peu après 1950, ont fait l'objet de rapports considérés comme des ouvrages de références.



Dr. B.R. MacDougall investigating electrochemical oxidation of nickel. • Le Dr B.R. MacDougall étudie l'oxydation électrochimique du nickel.

La conclusion selon laquelle tous les inhibiteurs sont plus efficaces en présence d'oxygène a conduit à de nombreuses applications, notamment dans le cas des nitrites, pour protéger les pipe-lines et les réservoirs de pétrole. En effet, l'eau mélangée au pétrole s'en sépare, entre en contact avec les parois et commence à les corroder. Les travaux du CNRC ont contribué à l'utilisation des nitrites pour arrêter cette corrosion.

Les premières expériences ont montré que la couche d'oxyde protecteur est la même, que l'inhibiteur soit utilisé avec ou sans oxygène. Il s'agit d'un oxyde de fer magnétique (γ – Fe203) se formant aux basses températures ou de l'oxyde à forme cubique centrée (α – Fe203) se formant habituellement aux températures élevées seulement.

Les expériences suivantes ont permis aux chercheurs du CNRC de démontrer qu'une couche d'oxyde identique pourrait être obtenue électrochimiquement ou en réduisant à l'hydrogène les impuretés à la surface du métal après quoi une simple exposition à l'air, à la température ambiante, serait suffisante.

Le Dr Cohen nous a dit: "C'est grâce à ces couches d'oxydes que les métaux jouent un rôle si important dans le