

3^E PARTIE : MATÉRIAUX

Plan du chapitre

Rappels

- Charge, courant & quantité de matière
- Électrolyse

Cycle de vie des matériaux

- Élaboration
- Vieillessement
- Recyclage et élimination

Propriétés électriques

- Les métaux
- Les semi-conducteurs
- Les supraconducteurs
- Les cristaux liquides

Structures particulières

- Émulsions, tensioactifs, mousses
- Membranes
- Colles et adhésifs

Nouveaux matériaux

- Propriétés mécaniques
- Propriétés de surface
- Matériaux nanostructurés

Rappels

■ Charge, courant & quantité de matière

Q : charge électrique (C)

n_e : quantité d'électrons (mol)

F : Constante de Faraday (charge d'une mole d' e^-) soit $96,5 \text{ kC}\cdot\text{mol}^{-1}$

I : intensité du courant électrique (A)

Δt : durée de la circulation du courant

Relations à retenir :

$$Q = I \cdot \Delta t$$

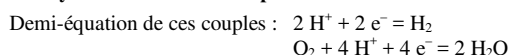
$$Q = n_e \cdot F$$

■ Électrolyse

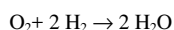
L'électrolyse est une réaction d'oxydoréduction forcée. Elle ne peut se faire que grâce à un apport d'énergie extérieure sous forme d'énergie électrique.

Son équation-bilan se trouve comme n'importe quelle réaction d'oxydoréduction.

⚡ Oxydo-réduction des couples H^+/H_2 et $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$

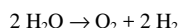


• Réaction spontanée entre O_2 et H_2 :



C'est une réaction de combustion. Elle est spontanée et dégage de l'énergie

• Électrolyse de l'eau :



C'est la réaction inverse de la réaction précédente. Elle n'est pas spontanée et nécessite donc un apport d'énergie.

Cathode et anode

Dans tous les cas (réaction spontanée dans le cas d'une pile, ou électrolyse), la gathode est le siège d'une réduction (gain d'électrons) et l'anode est le siège d'une oxydation.

Cycle de vie des matériaux

Élaboration, vieillissement, corrosion, protection, recyclage, élimination.

■ Élaboration

Les matériaux sont faits à partir de matières premières :

Métaux → minerais

Matériaux d'origine animale et végétale

Céramique (matériaux solides non métallique et non organique) → minéraux non métalliques.

Plastique et autres polymères → pétrole

■ Vieillessement

Les propriétés des matériaux changent au cours du temps à cause de transformation chimique.

Corrosion des métaux (O_2 et H_2O).

Altération des plastiques, vernis et peintures, matériaux organiques (soleil, O_2).

Il faut donc les **protéger** : peinture, vernis, anode sacrificielle.

■ Recyclage et élimination

Une fois en fin de vie, les matériaux doivent être éliminés ou recyclés.

Recyclage : métaux, certains types de matière plastique, papier, verre.

Élimination : autres déchets non biodégradable.

TP 3.1 : Protection contre la corrosion par anode sacrificielle

Objectif : Mettre en évidence et comprendre le principe de la protection par anode sacrificielle.

Démarche : Mise en évidence de l'échange d' e^- entre deux métaux plongés dans de l'eau salée.


Mise en évidence de la corrosion ou de l'absence de corrosion du fer dans l'eau salée selon le type de protection offerte, par détection de la formation des ions Fe^{2+} et HO^- .

Résultats : Lorsque le fer est en contact avec du zinc, c'est ce dernier qui s'oxyde (formation d'ions HO^- et Zn^{2+}). Si le fer n'est pas en contact avec un autre métal, ou s'il est en contact avec du cuivre, il n'y a aucune protection. Le fer se corrode (formation d'ions Fe^{2+} et HO^-).

Annales  ADS-2014 « Comment restaurer un canon ancien »

Annales  MET-2013 « Comment protéger la coque d'un bateau de la corrosion »

Propriétés électriques

 Conducteurs, supraconducteurs, cristaux liquides. Semi-conducteurs, photovoltaïques.

■ Les métaux

Certains e^- se trouvent dans une « couche » appelée bande de conduction. Ces électrons sont libres de se déplacer en tous sens dans le métal.

Soumis à un champ électrique, ils se déplacent collectivement, créant un courant.

Les métaux sont donc de bons conducteurs

■ Les semi-conducteurs

Les semi-conducteurs (silicium, germanium) possèdent également une bande de conduction, mais elle est trop haute en énergie pour que les e^- présents dans la bande de valence, c-à-d impliqués dans les liaisons entre atomes, puissent y accéder sans apport d'énergie extérieure (lumière, température).

Ce sont donc des isolants à 0 K et des (mauvais) conducteurs à température ambiante.

 [The Science of the Silicon Solar Cell \(22 min\)](#)

■ Les supraconducteurs

Les supraconducteurs changent brusquement de propriétés électromagnétiques en-dessous d'une certaine température : leur résistivité devient strictement nulle et ils compensent tout champ magnétique extérieur.

 [Supra conducteur CNRS \(11 min\)](#)

■ Les cristaux liquides

Les cristaux liquides sont des molécules généralement organiques et d'une certaine longueur. Entre leur état solide et leur état liquide, ils passent par un ou plusieurs états ayant certaines propriétés d'un solide (alignement des molécules, donc un certain ordre) et d'un liquide (les molécules peuvent bouger les unes par rapport aux autres, tout en gardant leur orientation).

[Intro to Polarization Filters \(7 min\)](#)

[Liquid Crystals \(2 min\)](#)

[Comment fonctionne un écran LCD ? \(6 min\)](#)

Exercice 1 « *Électricité solaire* »

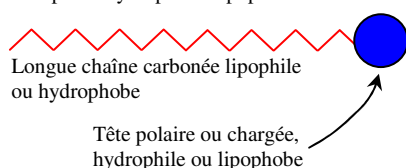
Structures particulières

[Membranes. Colles et adhésifs. Tensioactifs, émulsions, mousses.](#)

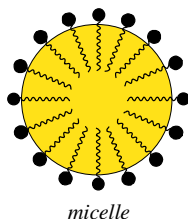
■ Émulsions, tensioactifs, mousses

Une émulsion est une dispersion de fine gouttelettes d'un liquide dans un autre liquide avec lequel il n'est pas miscible.

Un tensioactif est une molécule ou un ion ayant une partie lipophile/hydrophobe et une partie hydrophile / lipophile.



Dans une émulsion, ils permettent la formation d'une micelle : petite goutte d'huile (ou autre liquide non miscible avec l'eau) entourée de tensioactifs. Cela stabilise l'émulsion.



Une mousse est une dispersion de petites bulles de gaz dans un liquide, un solide ou un gel.

[What are emulsions \(3 min\)](#)

[Cleansing Action Of Soap \(3 min\)](#)

TP 3.2 : Synthèse d'un savon

Objectif : Synthétiser une molécule tensioactive

Techniques : Chauffage à reflux, relargage, filtration

Démarche : suivre le protocole de synthèse, extraire le savon, étudier ses propriétés dans de l'eau douce et dans de l'eau dure.

Résultats : Lorsque le savon est dissous dans une eau douce, il se forme plus de mousse que lorsqu'il est dissous dans une eau dure.

Conclusion : Une eau dure nuit à l'action détergente d'un savon.

■ Membranes

Une membrane est une structure de faible épaisseur, relativement à sa taille, séparant deux milieux en empêchant toute la matière dans le cas de certaines membranes biologiques, ou seulement une partie de la matière de passer de l'un à l'autre des milieux en fonction de la largeur de ses pores et de son épaisseur.

■ Colles et adhésifs

Un adhésif est un matériau qui permet de faire adhérer entre eux des objets. Selon la nature des objets à assembler (notamment son aspect de surface : rugosité, porosité), on utilise différents types d'adhésifs, dont la structure chimique va ou non réagir avec la surface des pièces assemblées.

Un adhésif doit présenter des capacités d'adhésion (formation de liaisons entre l'adhésif et le substrat) et de cohésion (formation de liaisons à l'intérieur de l'adhésif).

[How Does Glue Work? \(6 min\)](#)

[Vidéo Colle CNRS](#)

TP 3.3 : Fabrication d'une colle

Objectif : Fabriquer une colle à la caséine à partir de lait

Annales [CET-2013](#) « *Ça farte !* »

Annales [LIB-2014](#) « *Tensioactifs* »

Nouveaux matériaux

[Nanotubes, nanoparticules. Matériaux nanostructurés. Matériaux composites Céramiques, verres. Matériaux biocompatibles, textiles innovants.](#)

■ Propriétés mécaniques

La composition chimique et le mode de préparation d'un matériau permet de lui donner des propriétés mécaniques spécifiques (céramiques techniques, fibre de verre, fibre de carbone, etc).

■ Propriétés de surface

Les propriétés de surface d'un matériau dépendent de sa composition chimique, mais aussi de sa structure microscopique de surface (verre super hydrophobe, traitement anti-reflet, surface autonettoyante, etc).

■ Matériaux nanostructurés

À l'échelle nanométrique, certains matériaux présentent des propriétés très différentes de celles qu'ils auraient à plus grande échelle (nanotubes de carbone, fullerène, etc).

C'est un domaine de recherche très actif actuellement.

[What is Nanotechnology? What applications can it be used for? \(10 min\)](#)

[Nanotube de carbone : ce qu'il faut savoir \(4 min\)](#)

[Qu'est-ce que les nanomatériaux ? \(3 min\)](#)

Annales [A0-2](#) « *Étude de deux nano-objets* »

Annales [NCAr-2013](#) « *Autour des nanotubes de carbone* »

Annales [METr-2015](#) « *De la couleur des nano-particules d'or* »
METr-2015 à mettre en ligne