

## DES FAITS AUX PHÉNOMÈNES : CHIMIE BRANCHÉE

# LA GRENOUILLE GALVANISÉE

**Conception :** Jacques-Olivier Baruch

**Réalisation :** Jean-Louis Cros

© CNDP, La Cinquième, EDF, 1998

**Durée :** 07 min 31 s

Lorsque la chimie ressemble à de l'alchimie, lorsque les manuscrits indéchiffrables deviennent lettre ouverte, lorsque l'emplacement exact du trésor des Hébreux est porté à la connaissance de tous (hélas, il avait disparu...), alors les pattes de grenouille repoussent sur les fontaines et les secrets de la galvanoplastie nous sont révélés dans le laboratoire Valectra d'EDF...

Un ingénieur chimiste, qui a nettoyé les objets du *Titanic*, nous explique ce procédé : une animation nous en montre le dispositif et le mécanisme chimique qui a lieu lors de l'électrolyse.

Car la galvanoplastie, technique utilisant l'électrolyse, est utilisée pour la restauration d'objets métalliques anciens, grâce à un moule préalablement fabriqué, puis enduit de graphite pour le rendre conducteur. Le moule enduit joue le rôle de cathode, l'anode est une plaque en cuivre et l'électrolyte une solution de sulfate de cuivre. Le cuivre est transféré de l'anode sur la cathode et l'on obtient ainsi, après démoulage, la reproduction exacte de l'objet désiré.

## **DISCIPLINES, CLASSES ET PROGRAMMES**

- Chimie, T<sup>le</sup> S : *Comment le chimiste contrôle-t-il les transformations de la matière ?*
- Chimie, 1<sup>re</sup> S : *Circuit électrique en courant continu, la mesure en chimie.*
- Physique, 1<sup>re</sup> S : *Étude d'un récepteur.*

## **OBJECTIFS DU FILM**

- Étudier le mécanisme d'une transformation forcée.
- Montrer les effets du courant dans une solution électrolytique.
- Présenter une application d'un dépôt électrolytique.
- Mettre en évidence des porteurs de charge dans les solutions ioniques et dans les conducteurs métalliques.

## **PRINCIPAUX THÈMES ABORDÉS**

- L'électrolyse du sulfate de cuivre et le mécanisme de l'électrolyse.
- Les porteurs de charge dans les fils électriques et les solutions aqueuses conductrices.
- Une application de l'électrolyse : la galvanoplastie, différentes réactions aux électrodes.

## **REPRÉSENTATIONS PRÉALABLES À PRENDRE EN COMPTE**

- Structure de l'atome : le noyau et les électrons.
- Formation des ions (ions positifs et ions négatifs).
- Réactions d'oxydoréduction.
- Transformation chimique spontanée.

## **VOCABULAIRE REQUIS**

Conducteur, courant électrique, charge, électron, ion, intensité, isolant, métal pur, générateur, solution ionique, oxydation, réduction.

## **VOCABULAIRE À METTRE EN PLACE**

Électrolyse, électrolyte, électrode, anode, cathode, transformation forcée, galvanoplastie.

## DÉCOUPAGE DU FILM

**00min00s:** Images EDF, novembre 1996. Le déchiffrement des manuscrits de la mer Morte est rendu possible...

**00min33s:** ...grâce à l'électrolyse qui permet de reproduire des objets métalliques.

**00min54s:** Un ingénieur EDF : l'électrolyse appartient à l'électrochimie ; c'est l'utilisation du courant électrique dans un liquide rendu conducteur.

**01min10s:** L'électrolyse est expliquée par infographie.

**01min56s:** EDF complète : circulation des électrons et des particules entre l'anode et la cathode du générateur. Cette technique est utilisée par le laboratoire EDF pour restaurer la patte d'une fontaine en forme de grenouille : technique de la galvanoplastie.

**02min42s:** Définition de la technique de restauration par galvanoplastie. Explications par images de synthèse.

**03min45s:** On se sert de la patte gauche pour reconstituer son homologue droite. On crée une image virtuelle à partir de laquelle on fabrique une maquette puis un moule en résine enduit de graphite afin de le rendre conducteur.

**04min35s:** Une plaque de cuivre est branchée à l'une des bornes du générateur, le moule à l'autre. L'ensemble est plongé dans un bain de sulfate de cuivre : réaction électrochimique.

**05min24s:** Une semaine après, l'anode s'est amincie, son cuivre s'est déposé sur le moule. Il ne reste plus qu'à monter la patte sur la fontaine.

**06min35s:** Même principe pour les manuscrits de la mer Morte.

# SUGGESTIONS D'EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE

## **Démarche : effet du passage du courant dans une solution électrolytique et dépôt électrolytique**

*À utiliser en chimie : Transformation forcée*

Après avoir étudié avec les élèves la notion de transformation spontanée, on peut utiliser l'émission pour introduire la notion de transformation forcée.

- À l'aide de la première partie de l'émission (électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre et schématisation par infographie), on mettra en évidence que le fait d'imposer un sens de passage du courant dans une solution permet d'identifier l'électrode à laquelle se produit une oxydation (anode) et celle à laquelle se produit une réduction (cathode). Les observations expérimentales (dépôt de cuivre à la cathode, électrode de cuivre rongée, composition de la solution électrolytique...) confirmeront ces différentes réactions. En écrivant les réactions d'oxydoréduction correspondantes, on montrera que ce type de transformation est bien la transformation inverse d'une transformation spontanée. On pourra aussi mettre l'accent sur l'aspect énergétique : lors d'une électrolyse d'une solution, il y a transfert d'une énergie électrique en énergie chimique.
- Puis à l'aide de la deuxième partie de l'émission, on pourra présenter une application industrielle très importante de l'électrolyse : le dépôt électrolytique. Identifier les porteurs de charges dans les différentes parties du circuit, retrouver pourquoi l'objet est placé à la cathode, pourquoi l'anode est rongée. Montrer que la quantité de matière de cuivre formée lors de la transformation forcée est d'autant plus grande que la durée de l'électrolyse est grande (dépôt important de cuivre au bout de quelques jours).

## **Pistes sur une démarche expérimentale**

*À utiliser en classe de T<sup>le</sup> S, chimie : Une approche plus expérimentale peut aussi être envisagée*

- Mise en évidence du déplacement des porteurs de charge dans une électrolyse. On visionnera la première partie de l'émission en s'arrêtant après la première animation. Après un point avec les élèves sur le déplacement des porteurs de charges, la seconde partie, l'Expérience, permettra de vérifier le propos.

- Dans un bécher, prendre une solution de sulfate de cuivre, montrer qu'elle est bleue, coloration due à l'ion positif  $\text{Cu}^{2+}$ .
- Dans un autre bécher, disposer d'une solution de dichromate de potassium : elle est orange, coloration due à l'ion négatif (ion dichromate).
- Verser le contenu du premier bécher dans le second et transférer le mélange dans un tube en U en prenant soin de ne le remplir qu'à moitié. Verser doucement dans les deux branches, au-dessus du mélange, une solution de chlorure de potassium incolore.
- Plonger dans chaque branche une électrode en graphite ; les relier aux bornes d'un générateur délivrant une tension de 12 V.
- Lancer l'expérience et redémarrer le visionnement.
- À la fin de l'émission, on doit voir une coloration bleue à la cathode et orangée à l'anode.

## **L'électrolyse, exposés et enquêtes**

*À utiliser en chimie : Application de l'électrolyse dans divers domaines*

- Électrolyse au quotidien. D'autres utilisations de ce phénomène sont présentes dans notre vie quotidienne ; il sera donc aisé de donner aux élèves des pistes de recherche :
  - traitement des objets retrouvés sur le *Titanic* ;
  - utilisation de la galvanoplastie pour la reproduction des disques ;
  - utilisation de l'électrolyse dans le traitement des eaux (piscine) ;
  - utilisation de la galvanoplastie pour lutter contre la corrosion : dépôt d'une pellicule de zinc sur l'acier par exemple ;
  - charge des accumulateurs de différents objets (téléphones portables, ordinateurs, véhicules électriques)...
  - utilisation de l'électrolyse dans l'industrie ; obtention de métaux purs, préparation du dichlore, de l'aluminium, du cadmium, de la soude, dégraissage électrolytique, etc.
- Histoire des sciences. Les élèves pourront rédiger une courte biographie sur Faraday qui énonça les lois de l'électrolyse. Ils pourront également faire des recherches sur Volta et sur Becquerel.

# FICHE ÉLÈVE 1

## Le phénomène de l'électrolyse

À utiliser en chimie, après le visionnage du film

1. Remplace les mots manquants dans le texte ci-dessous.

Pour réaliser une électrolyse, il faut disposer d'une cuve appelée électrolyseur contenant une solution aqueuse conductrice: l'..... On y plonge deux ....., celle qui est le siège d'une oxydation s'appelle ....., l'autre, qui est le siège d'une réduction, s'appelle .....

Au cours d'une électrolyse, il y a déplacement d'..... dans la solution, alors que dans les fils électriques, on a un déplacement d'.....

2. Lors de l'électrolyse de l'émission, la solution est bleue. À quoi est due cette coloration ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Écris les demi-réactions d'oxydoréduction qui se forment à chaque électrode lors de la galvanoplastie.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. Dans l'émission, lorsqu'il explique le principe de la galvanoplastie, l'ingénieur de EDF dit: « Le déplacement de particules chargées, des atomes par exemple. » Quelle erreur a-t-il commise ? Justifie ta réponse.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. Lors de la galvanoplastie, la solution initiale et la solution finale ont exactement la même coloration, pourquoi ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

6. Pourquoi doit-on recouvrir le moule en résine de graphite lors de la galvanoplastie ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

7. En fonction de quelles grandeurs varie la masse de métal déposée pendant une galvanoplastie ?

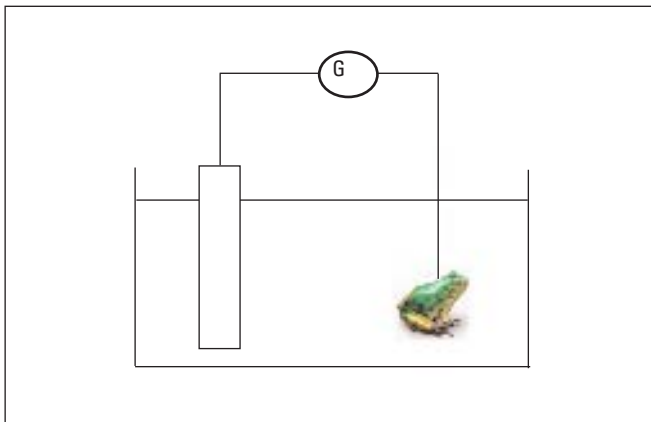
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## FICHE ÉLÈVE 2

### Électrolyse

À utiliser en chimie, après le visionnage du film

1. On schématise l'expérience de galvanoplastie précédente par la figure suivante :



Précise sur ce montage, en fonction des observations expérimentales :

- les bornes positive et négative du générateur,
- le sens du courant électrique,
- le sens de déplacement des électrons,
- le sens de déplacement des ions positifs (cations),
- le sens de déplacement des ions négatifs (anions),
- l'anode,
- la cathode.

2. Cette électrolyse peut être qualifiée d'électrolyse à anode « soluble ». Explicite cette dénomination.

.....

.....

.....

.....

.....