

# RÉACTIONS D'OXYDO-RÉDUCTION

## MISE EN ŒUVRE ET APPLICATIONS

### I. TRANSFERT D'ÉLECTRONS ENTRE ESPÈCES CHIMIQUES - RÉACTIONS D'OXYDORÉDUCTION

#### Réaction métal / cation métallique

On réalise les deux expériences suivantes au bureau :

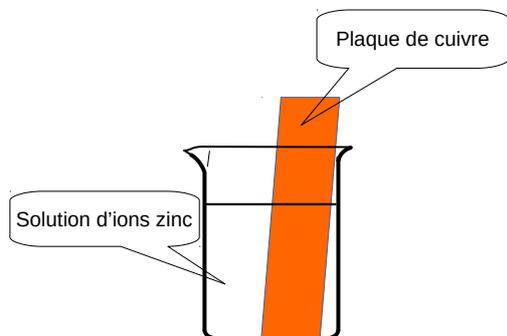


Schéma 1 : Plaque de cuivre immergée dans une solution d'ions zinc

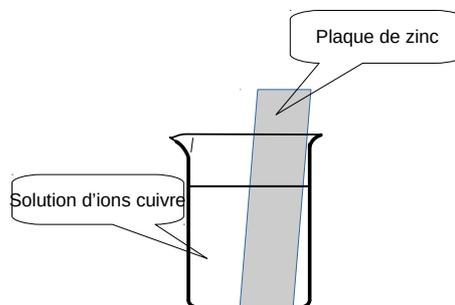


Schéma 2 : Plaque de zinc immergée dans une solution d'ions cuivre

1. Notez vos observations.
2. Le cas échéant, écrire les équations des réactions chimiques se produisant.

#### Définitions :

Ce type de réactions mettant en jeu **UN TRANSFERT D'ÉLECTRONS** entre espèces chimiques entrent dans la catégorie **DES RÉACTIONS D'OXYDORÉDUCTION**.

On définit un **OXYDANT** comme une espèce chimique susceptible de **CAPTER un ou plusieurs électrons**.

On définit un **RÉDUCTEUR** comme une espèce chimique susceptible de **CÉDER un ou plusieurs électrons**.

L'écriture de réactions d'oxydo-réduction entre espèces chimiques plus complexes fera l'objet d'un chapitre de cours.

### II. DESCRIPTION ET ÉTUDE QUANTITATIVE D'UNE RÉACTION D'OXYDO-RÉDUCTION - L'ARBRE DE DIANE

L'*arbre de Diane* est le résultat de la réaction entre le cuivre à l'état solide  $\text{Cu}_{(s)}$  et les ions argent  $\text{Ag}_{(aq)}^+$  en solution aqueuse.

On se propose de réaliser cette réaction et d'effectuer toutes les mesures permettant d'en faire **une étude quantitative**.

x Cuivre : fil de cuivre de masse  $m_0(\text{Cu}) = \text{_____ g}$ , soit une quantité de matière initiale  $n_0(\text{Cu}) = \text{_____ mol}$ .

x Ions argent : concentration molaire de la solution de nitrate d'argent  $C(\text{AgNO}_3) = \text{_____ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , volume versé  $V(\text{AgNO}_3) = \text{_____ mL}$ , soit une quantité de matière initiale  $n_0(\text{Ag}^+) = \text{_____ mol}$ .

#### Expérience

- x Verser dans un tube à essais un volume  $V$  mesuré à l'éprouvette graduée de la solution de nitrate d'argent.
- x Introduire le fil de cuivre **en vous assurant de l'avoir d'abord pesé**.
- x Laisser se dérouler l'expérience et observez les modifications du système chimique. Prendre éventuellement des clichés à intervalles de temps réguliers, ou filmez son évolution.

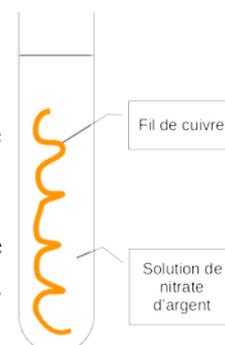


Schéma 3 : Expérience de l'arbre de Diane

## Observations

Qu'observez-vous :

- x dans la solution ?
- x Au niveau du fil de cuivre ?

## Interprétations - Étude quantitative

- x Compte tenu de vos observations, quelles espèces chimiques se forment lors de cette réaction ?
- x En déduire l'équation bilan de la réaction chimique et l'équilibrer.
- x Construire le tableau d'avancement de la réaction en faisant figurer les trois instants suivants : initial  $t_0$ ,  $t$  en cours de réaction et final  $t_f$ .

1. Déterminer l'avancement maximal  $x_{\max}$  ainsi que **le réactif limitant**.
2. On considère la réaction comme **totale** : **quelle masse d'argent solide peut-on récupérer ? Quelle masse le fil de cuivre a-t-il perdue ?**
3. Lorsque la réaction ne semble plus évoluer, procéder aux mesures permettant de confronter les variations de masses aux calculs réalisés à la question 2. Commentez ces résultats.

## III. PROLONGEMENT - TRANSFERT INDIRECT D'ÉLECTRONS, PILES D'OXYDORÉDUCTION

### 1. Demi-pile

Une demi-pile est la réunion d'un métal et de son cation associé en solution.

Ci-contre la demi-pile d'oxydoréduction au cuivre.

Cette demi-pile est standard si  $[\text{Cu}^{2+}] = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

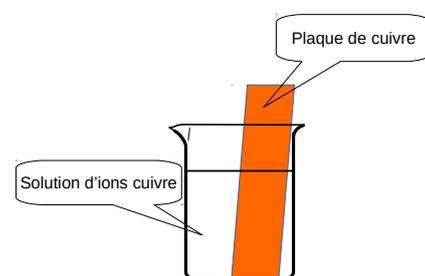


Schéma 4 : Demi-pile au cuivre

### 2. Constitution de piles et circulation de charges

On constitue une pile d'oxydoréduction en reliant deux demi-piles différentes par un pont salin. Le pont salin est un électrolyte permettant le transfert des charges électriques entre les deux demi-piles.

1. Réaliser la pile en assemblant une demi-pile au zinc et une demi-pile au cuivre.
2. En quoi le montage ci-contre permet-il de vérifier qu'on a bien constitué **UN GÉNÉRATEUR** ?
3. Mesurer l'intensité qui circule et déduire du signe de la mesure et du branchement de l'ampèremètre la polarité de cette pile.
4. Indiquez sur le schéma ci-contre :
  - Le sens du courant électrique ;
  - Le sens de circulation des électrons ;
  - La nature et le sens de circulation des porteurs de charges dans les solutions.

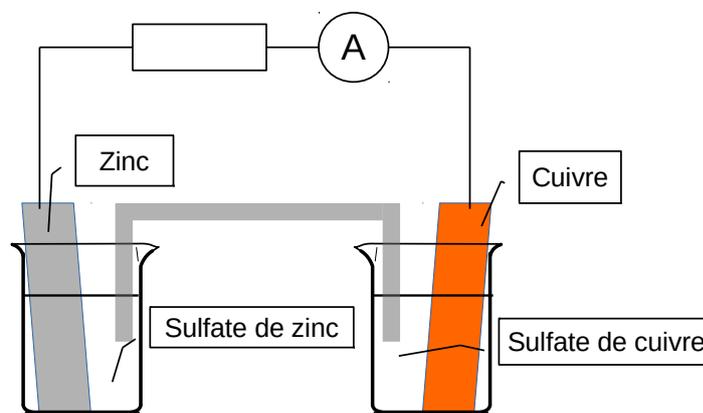


Schéma 5 : Pile Cuivre - Zinc

5. Écrire les demi-équations se produisant dans chaque demi-pile.
6. En déduire l'équation globale de fonctionnement de la pile. Que se passe-t-il au niveau des électrodes lorsque la pile fonctionne ? Pourquoi peut-on dire que *la pile s'use* ?

### 3. Mesure des forces électromotrices (fém) de différentes piles et compléments

#### Définition

La force électromotrice (*fém*) d'une pile est la tension mesurée entre les deux électrodes **LORSQU'ELLE NE DÉBITE AUCUN COURANT**. Elle est aussi appelée *TENSION À VIDE*.

Vous disposez du matériel pour fabriquer des demi-piles au cuivre, zinc, fer et argent.

1. Comment s'effectue la mesure de la fém d'une pile ?
2. Réaliser les assemblages et les mesures nécessaires pour compléter le tableau ci-dessous avec les fém des piles. Déterminer expérimentalement la borne positive de chaque pile.

*Pour rappel : un multimètre utilisé en voltmètre mesure une tension positive si sa borne V est reliée au pôle positif de la pile et sa borne COM au pôle négatif.*

Demi-piles	Cuivre	Zinc	Fer	Argent
Cuivre				
Zinc				
Fer				
Argent				

3. Quelle association de demi-piles conduit à la force électromotrice la plus élevée ?
4. **Pour aller plus loin : prévoir la polarité et la fém d'une pile**

On trouve des tables de chimie qui répertorient des données appelées « potentiels d'oxydoréduction standards ». Le tableau ci-contre en donne quelques-uns.

Quel lien pouvez-vous faire entre vos mesures de fém et les valeurs des potentiels d'oxydoréduction ?

Couple oxydant / réducteur	Potentiel standard $E^0$
$Ag^+ / Ag$	0,800 V
$Cu^{2+} / Cu$	0,34 V
$H_3O^+ / H_2$	0,00 V
$Fe^{2+} / Fe$	-0,44 V
$Zn^{2+} / Zn$	-0,76 V