

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 :

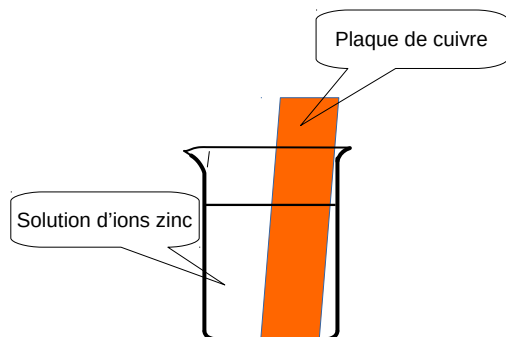


Schéma 1 : Plaque de cuivre immergée dans une solution d'ions zinc

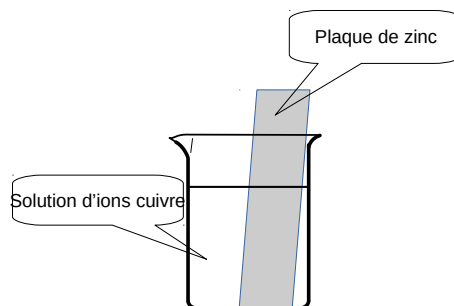


Schéma 2 : Plaque de zinc immergée dans une solution d'ions cuivre

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 $[\text{Cu}^{2+}] = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

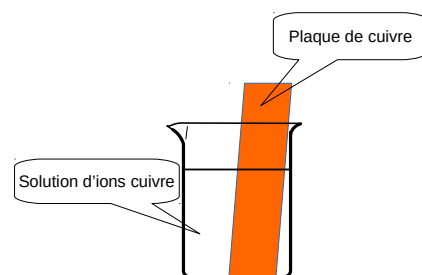


Schéma 4 : Demi-pile au cuivre

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.

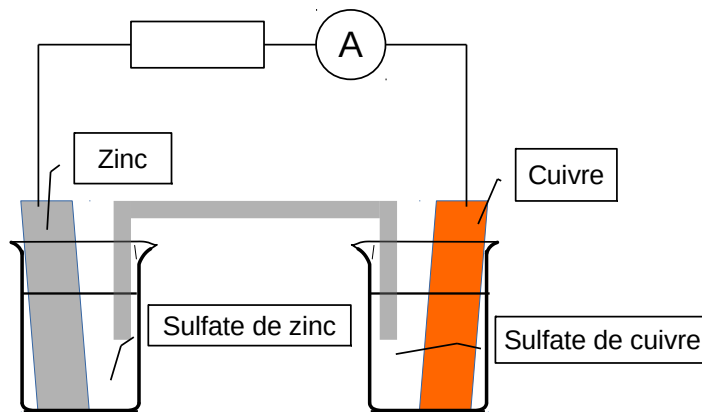


Schéma 5 : Pile Cuivre - Zinc

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