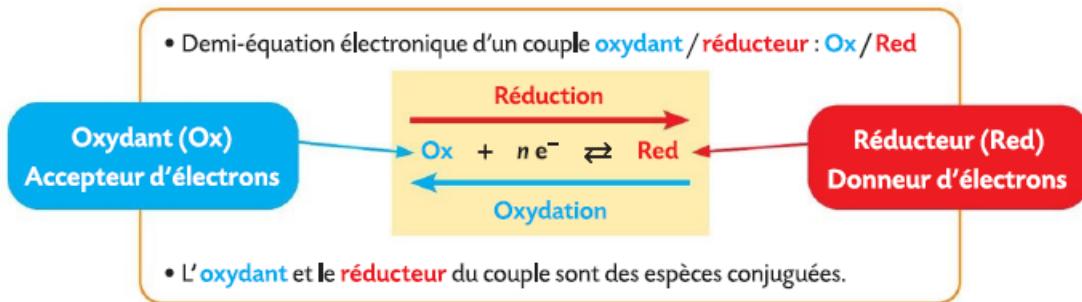


## Chapitre 03 – Oxydoréduction

### 1 Les oxydants et les réducteurs

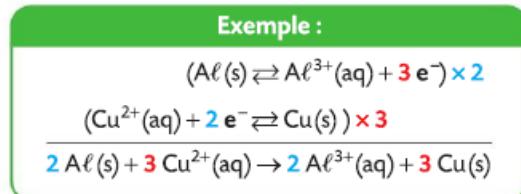
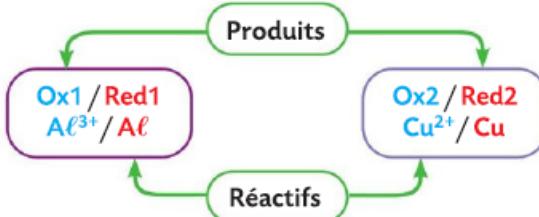


Pour établir une demi-équation électronique il faut :

- 1 Écrire les formules des espèces conjuguées de part et d'autre de la double flèche et assurer la conservation des éléments autres que H et O.
- 2 Assurer la conservation de l'élément O avec H<sub>2</sub>O.
- 3 Assurer la conservation de l'élément H avec H<sup>+</sup>.
- 4 Assurer la conservation de la charge avec les électrons e<sup>-</sup>.
- 5 Indiquer les états physiques.

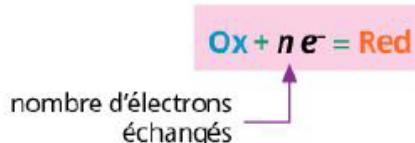
### 2 Les réactions d'oxydoréduction

- Au cours d'une réaction d'oxydoréduction, des électrons sont transférés entre l'oxydant d'un couple et le réducteur d'un autre couple. Il se forme les espèces conjuguées de chacun des réactifs.

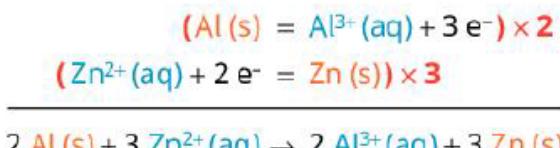


# 1 Réactions d'oxydoréduction

- Un **oxydant** est une espèce chimique susceptible de capter un ou plusieurs électrons.
- Un **réducteur** est une espèce chimique susceptible de céder un ou plusieurs électrons.
- Une **demi-équation électronique** d'oxydoréduction relie l'oxydant (Ox) et le réducteur (Red) d'un **couple oxydant/réducteur** (noté Ox/Red) :



- Une **réaction d'oxydoréduction** est un transfert d'électrons entre l'oxydant et le réducteur de deux couples oxydant/réducteur différents.
- L'**équation de la réaction d'oxydoréduction** est obtenue en combinant les demi-équations électroniques des couples en jeu, de façon à égaliser les électrons cédés et captés.



Couple Ox-rédu	Demi-équation électronique d'oxydoréduction
$\text{H}^+(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})$	$2 \text{ H}^+(\text{aq}) + 2 e^- = \text{H}_2(\text{g})$
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe (s)}$	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 e^- = \text{Fe (s)}$
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq})/\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + e^- = \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$
$\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$	$\text{I}_2(\text{aq}) + 2 e^- = 2 \text{ I}^-(\text{aq})$

FIG. 1 Exemples de couples oxydant/réducteur.

## Exercice

### Gravure chimique du cuivre

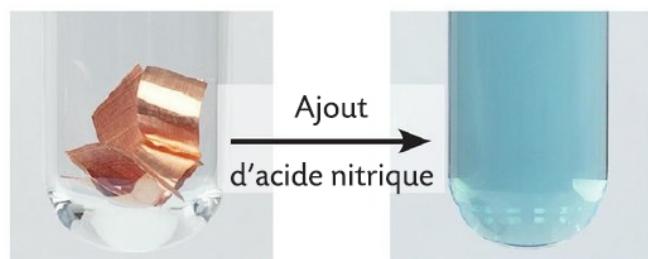
| Extraire et exploiter des informations.

L'eau-forte est un procédé de gravure sur une plaque de cuivre qui utilise de l'acide nitrique  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ . Il s'effectue une réaction chimique entre le cuivre  $\text{Cu (s)}$  et l'ion nitrate  $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ .

- Établir la demi-équation électronique associée à l'ion nitrate.
- Établir l'équation de la réaction chimique qui a lieu.

#### Données

- $\text{NO}_3^-(\text{aq}) / \text{NO (g)}$  et  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) / \text{Cu (s)}$ .



Solution de couleur bleu

### **Exercice 01**

#### **Demi-équations électroniques d'oxydoréduction**

Écrire les demi-équations électroniques d'oxydoréduction des couples ci-dessous :

- a.  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(\text{s})$  ;
- b.  $\text{Al}^{3+}(\text{aq})/\text{Al}(\text{s})$  ;
- c.  $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$  ;
- d.  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ .

### **Exercice 02**

#### **Identification d'un oxydant et d'un réducteur**

On donne les équations des réactions d'oxydoréduction suivantes :

- a.  $2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Ag}(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq})$  ;
- b.  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ;
- c.  $\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Au}(\text{s}) + 3 \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ .

1. Recopier les équations, et, sur chacune d'elles, entourer en noir le réactif qui a le rôle d'oxydant, et en bleu le réactif qui a le rôle de réducteur.
2. Écrire pour chacune des réactions d'oxydoréduction les couples oxydant/réducteur qui interviennent.

### **Exercice 03**

#### **Argent**

Les ions argent  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  réagissent avec le plomb  $\text{Pb}(\text{s})$  pour donner des ions plomb  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$  et un dépôt d'argent métallique  $\text{Ag}(\text{s})$ .

1. Écrire l'équation modélisant la transformation.
2. Cette réaction est-elle une réaction d'oxydoréduction ? Justifier.
3. Déterminer les couples oxydant/réducteur mis en jeu, et identifier l'oxydant et le réducteur qui réagissent.
4. Écrire les demi-équations électroniques d'oxydoréduction.

### **Exercice 04**

#### **Or**

Les ions or  $\text{Au}^{3+}(\text{aq})$  réagissent avec le magnésium  $\text{Mg}(\text{s})$  pour donner un dépôt d'or métallique et des ions magnésium  $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ .

1. Quels sont les couples oxydant/réducteur mis en jeu ?
2. Écrire les demi-équations électroniques d'oxydoréduction.
3. En déduire l'équation de la réaction.
4. Identifier le réactif oxydé et le réactif réduit.

### **Exercice 05**

#### **Encre sympathique**

Après avoir écrit un message sur une feuille de papier avec une plume trempée dans une solution aqueuse jaune-orangée de diiode  $\text{I}_2(\text{aq})$ , on en fait disparaître toute trace en couvrant la feuille de jus de citron. Après séchage, en vaporisant sur cette dernière de l'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ , le destinataire peut en faire réapparaître le message en lettres orangées. Le jus de citron est considéré ici comme une solution aqueuse d'acide ascorbique  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$ .



**Données :** couples oxydant/réducteur :  $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$  ;  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})/\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$  ;  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})/\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$  et  $\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ .

**1. a.** Écrire les demi-équations des espèces impliquées dans la réaction d'oxydoréduction conduisant à la disparition du message.

**b.** En déduire l'équation associée à cette réaction d'oxydoréduction.

**2. a.** Écrire les demi-équations d'oxydoréduction des espèces impliquées dans la réaction d'oxydoréduction conduisant à la réapparition du message.

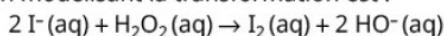
**b.** En déduire l'équation associée à cette réaction d'oxydoréduction.

### **Exercice 06**

#### **Réaction entre les ions iodure et l'eau oxygénée**

On mélange 20 mL d'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$  de concentration en masse  $15 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  et 20 mL d'une solution d'iodure de sodium  $(\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}))$  de concentration en quantité de matière d'ions iodure  $c = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  dans un bêcher.

L'équation modélisant la transformation est :



**Données :**  $M_O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M_H = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

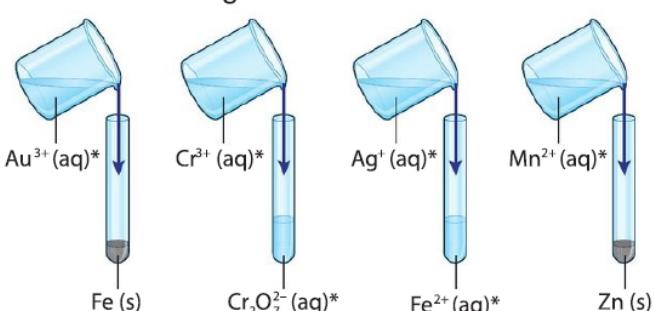
1. Déterminer la quantité de matière de chaque réactif.
2. Etablir un tableau d'avancement afin de déterminer l'avancement final de la réaction.
3. Identifier le réactif limitant.
4. En déduire la composition de l'état final du système.

### **Exercice 07**

#### **Réaction ou pas réaction ?**

| Mobiliser et organiser ses connaissances, raisonner.

On réalise les mélanges suivants :



\* : Solution contenant des ions...

**1.** Identifier les mélanges pour lesquels une réaction d'oxydoréduction est impossible. Expliquer votre raisonnement.

**2.** Etablir les équations de réaction associées aux mélanges pour lesquels une réaction est éventuellement possible.

#### **Données**

- Couples oxydant/réducteur :  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})/\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  ;  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(\text{s})$  ;  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe}(\text{s})$  ;  $\text{Ag}^+(\text{aq})/\text{Ag}(\text{s})$  ;  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})/\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$  ;  $\text{Au}^{3+}(\text{aq})/\text{Au}(\text{s})$  ;  $\text{MnO}_4^-(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ .

## Exercice 08

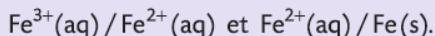
### Les propriétés de l'eau oxygénée

Mobiliser et organiser ses connaissances ; utiliser un modèle ; effectuer des calculs.

L'eau oxygénée (ou peroxyde d'hydrogène) est utilisée comme antiseptique sur des petites plaies cutanées. Elle est aussi un agent blanchissant efficace.

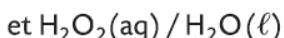
#### COMPLÉMENT SCIENTIFIQUE

Une espèce chimique est amphotère si elle peut se comporter comme un oxydant ou un réducteur. Par exemple, l'ion fer (II)  $\text{Fe}^{2+}$ (aq) est un amphotère. Il appartient aux couples oxydant / réducteur suivants :



#### 1. La réaction d'oxydoréduction

On étudie la réaction entre les ions iodure  $\text{I}^-$ (aq) et l'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$ (aq). Ces deux espèces chimiques appartiennent aux couples oxydant / réducteur :

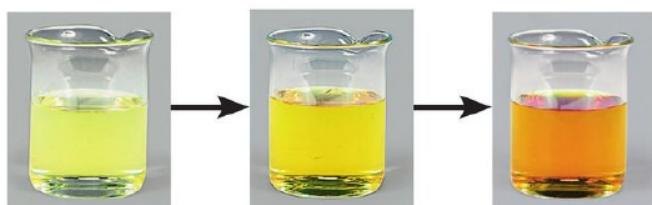


La seule espèce chimique colorée est le diiode qui donne une couleur jaune à la solution aqueuse. Le volume du mélange réactionnel est  $V_1 = 100 \text{ mL}$ .

- Parmi les réactifs, identifier l'oxydant et le réducteur.
- Établir les demi-équations électroniques des deux couples étudiés.
- En déduire l'équation de la réaction.

#### 2. Étude de la transformation par spectrophotométrie

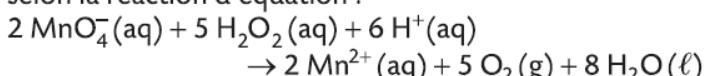
La coloration du milieu réactionnel au cours du temps évolue comme suit :



- Interpréter l'évolution de la coloration du mélange.
- L'absorbance du milieu réactionnel à la fin de la réaction est  $A = 0,38$  pour une longueur d'onde de 520 nm. La loi de Beer-Lambert s'exprime ainsi :  $A = k \times C$  avec  $k = 600 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Déterminer la concentration finale  $C$  en diiode.
- Sachant qu'une mole d'eau oxygénée a formé une mole de diiode, déterminer la quantité de matière initiale d'eau oxygénée.

#### 3. Une autre propriété de l'eau oxygénée

L'eau oxygénée réagit avec les ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$ (aq) selon la réaction d'équation :



Pourquoi dit-on que l'eau oxygénée est un amphotère ?

## Exercice 09

### L'encre sympathique

| Exploiter des observations.

#### PROTOCOLE

- Sur une feuille, ÉCRIRE un texte avec une plume trempée dans une solution de diiode  $\text{I}_2$ (aq) et la laisser sécher.
- PULVÉRISER la feuille avec du jus de citron jusqu'à ce que le texte disparaisse et la laisser sécher.
- PULVÉRISER le texte avec de l'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$ (aq) additionnée d'empois d'amidon : le texte réapparaît.



- Interpréter la réapparition du texte en vous aidant des données.

#### Données

- Une solution de diiode est brune et une solution d'ion iodure  $\text{I}^-$ (aq) est incolore.
- Le citron contient de l'acide ascorbique de formule  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ .
- En présence d'empois d'amidon, une solution contenant du diiode prend une coloration bleue.
- Demi-équations électroniques :
 
$$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$$

$$\text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{I}^-(\text{aq})$$

$$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$$