

Chpitre7 : réactions d'oxydoréductions (4h). devoir4

**S.P :** La rouille est formée à cause d'une réaction chimique entre le métal fer et le dioxygène de l'air en présence de l'humidité. Même chose pour le métal de cuivre et d'autres métaux, ces types de réaction s'appellent réaction d'oxydoréduction, qui ne se limitent pas seulement pour les métaux. Qu'est-ce qu'une réaction d'oxydoréduction ? Comment s'écrivent leur équation chimique ?

**I. Exemples de réactions d'oxydoréductions :**

**1. Réaction entre les ions cuivre II et le métal zinc :**

❖ **Expérience :**

On plonge une lame de zinc dans une solution de sulfate de cuivre II (couleur bleue).

• **Observations des élèves :**

La partie immergée de la plaque est recouverte d'un dépôt de couleur rouge brique.

• **Caractérisons un des produits formés :**

a. Bécher + sulfate de cuivre II + poudre de zinc.

On agite puis on filtre.

• **Observations des élèves :**

La solution obtenue est incolore.

b. on ajoute la solution d'hydroxyde de sodium.

• **Observations des élèves :**

Il se forme un précipité blanc qui se redissout dans un excès d'hydroxyde de sodium. Ce précipité est caractéristique des ions  $Zn^{2+}$  (on peut faire un témoin avec une solution de sulfate de zinc)

☞ **Interprétation :**

Réactifs :  $Cu^{2+}$  et Zn ; Un des produits :  $Zn^{2+}$ .

Le dépôt rouge brique sur la lame de zinc rappelle la couleur du cuivre métal il s'agit du deuxième produit.

✓ **Pourquoi la solution d'ions cuivre II s'est décolorée ?**

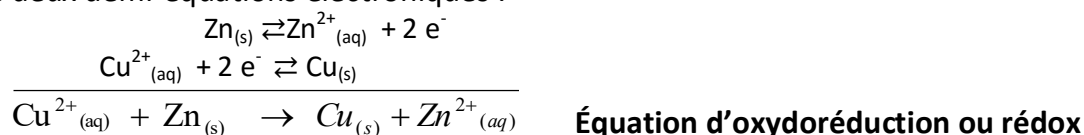
Ceci est dû au fait que les ions cuivre II constitue le réactif limitant de la réaction, ils ne sont donc plus présent à la fin de la réaction et ce sont tous transformés en métal cuivre.

❖ **Une analogie avec les réaction acide-bases : transfert de particules :**

Qu'a-t-il pu se passer ?

Pour passer d'ions à des atomes ou inversement il faut qu'il y ait eu transfert de charges électriques, des électrons.

On peut donc écrire deux demi-équations électroniques :



Les atomes de zinc ont cédé deux électrons, les ions cuivre II en ont accepté deux.

**Définition :** Lors d'une réaction d'oxydoréduction, il y a transfert d'électrons.

Remarque :

Les électrons n'existent pas à l'état libre en solution aqueuse.

**2. Autre exemple : réaction entre le métal cuivre et les ions argent :**

☞ **Expérience :**

Dans un erlenmeyer, on verse du nitrate d'argent et on ajoute de la tournure de cuivre.

• **Observations des élèves :**

La solution est devenue bleue.

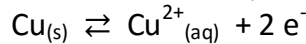
Donc :

Il y a eu production d'ions cuivre II et d'argent métallique.

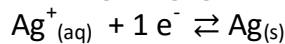
☞ **Interprétation :**

☞ **Demi équations électroniques :**

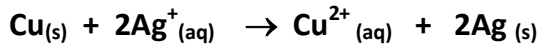
Chaque atome de cuivre perd 2 électrons pour se transformer en ion cuivre (II) :



Chaque ion argent gagne 1 électron pour se transformer en atome d'argent :



☞ **Equation d'oxydoréduction :**



**II. Analogie avec les acides et les bases : oxydant et réducteur :**

🚩 **Réducteur (analogie à l'acide) :**

Un réducteur est une espèce chimique **susceptible de céder un ou plusieurs électrons**.

Ex de réducteur :

le métal zinc  $\text{Zn}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ , le métal cuivre  $\text{Cu}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$

🚩 **Oxydant (analogie à la base) :**

Un oxydant est une espèce chimique **susceptible de capter un ou plusieurs électrons**.

Ex d'oxydant :

Les ions cuivre (II)  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftharpoons \text{Cu}_{(s)}$ , les ions argent  $\text{Ag}^{+}_{(aq)} + 1e^{-} \rightleftharpoons \text{Ag}_{(s)}$

🚩 **Couple oxydant/réducteur :**

Un couple oxydant / réducteur est l'ensemble d'un oxydant et d'un réducteur qui se correspondent dans une demi équation électronique :



Ex :  $\text{Cu}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$

Le cuivre est un réducteur et l'ion cuivre (II) capable de capter deux électrons est un oxydant. On dit que l'ion cuivre (II) est l'oxydant conjugué du cuivre ou que le cuivre est le réducteur conjugué de l'ion cuivre (II).

**III. Quels sont les oxydants, quels sont les réducteurs ?**

**1. Les couples à connaître et leur demi-équation :**

Couple	Oxydant	Réducteur	Demi-équation rédox
$\text{H}^{+}_{(aq)} / \text{H}_{2(g)}$	ion hydrogène (aq)	dihydrogène	$2\text{H}^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)}$
$\text{M}^{n+}_{(aq)} / \text{M}_{(s)}$	cation métallique	métal	$\text{M}^{n+}_{(aq)} + ne^{-} \rightleftharpoons \text{M}_{(s)}$
$\text{Fe}^{3+}_{(aq)} / \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	ion fer (III)	ion fer (II)	$\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$
$\text{MnO}_4^{-}_{(aq)} / \text{Mn}^{2+}_{(aq)}$	ion permanganate	ion manganèse (II)	$\text{MnO}_4^{-}_{(aq)} + 5e^{-} + 8\text{H}^{+}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 4\text{H}_2\text{O}$
$\text{I}_2(aq) / \text{I}^{-}_{(aq)}$	diode (aq)	ion iodure	$\text{I}_2(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons 2\text{I}^{-}_{(aq)}$
$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(aq)} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$	ion tétrathionate	ion thiosulfate	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftharpoons 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$	ion dichromate	ion chrome	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^{+} + 6e^{-} \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

**2. Oxydants et réducteurs de la vie courante :**

- L'eau de javel est un mélange équimolaire de chlorure de sodium ( $\text{Na}^{+}_{(aq)}$ ,  $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$ ) et d'hypochlorite de sodium ( $\text{Na}^{+}_{(aq)}$ ,  $\text{ClO}^{-}_{(aq)}$ ). Ses propriétés désinfectantes et blanchissantes sont dues aux propriétés oxydantes de l'ion hypochlorite ( $\text{ClO}^{-}_{(aq)}$ ).
- La production d'énergie dans les cellules sous forme d'ATP s'explique pour des transformations chimiques en chaîne, où interviennent des couples oxydant/réducteur tels que  $\text{O}_{2(g)}/\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  et  $\text{NAD}^{+}/\text{NADH}$ . Dans les muscles, par exemple, en fonctionnement normal, le glucose est converti en acide pyruvique, lequel est ensuite oxydé en dioxyde de carbone. Lors d'efforts violents (où manque le dioxygène), l'acide pyruvique est réduit par NADH en acide lactique, dont l'accumulation peut entraîner des crampes musculaires.

#### IV. Les réactions d'oxydoréduction :

Comme pour les acides et les bases, un oxydant réagit forcément avec un réducteur.

##### Définition :

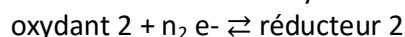
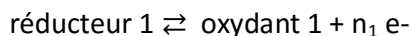
**Une réaction d'oxydoréduction consiste en un transfert d'électrons entre un oxydant d'un couple et un réducteur d'un autre couple.**

##### ➤ Méthode d'écriture des demi-équations électroniques :

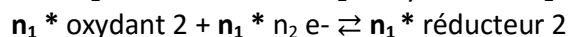
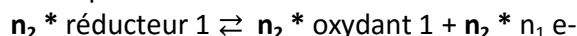
- Oxydant + n e<sup>-</sup> ⇌ réducteur
- Equilibrer tous les atomes autres que O et H.
- Equilibrer les O en ajoutant des molécules d'eau.
- Equilibrer les H en ajoutant des protons H<sup>+</sup>.
- Compléter le nombre d'électrons pour respecter les charges électriques.

##### ➤ Méthode pour écrire les réactions d'oxydoréduction :

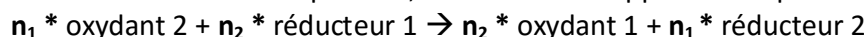
- On écrit les deux demi équations :



- On s'arrange pour avoir le même nombre d'électrons transférés dans les deux équations : pour cela, on multiplie par n<sub>2</sub> la première et par n<sub>1</sub> la seconde :



- On additionne alors les deux demi équations, les électrons n'apparaissent plus :



[Www.AdrarPhysic.Fr](http://www.AdrarPhysic.Fr)

#### Exercices :

##### Exercice 1:

On introduit une masse m<sub>1</sub> = 0,270 g de poudre d'aluminium dans un volume V<sub>2</sub> = 24 mL de solution d'acide chlorhydrique (H<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> + Cl<sup>-</sup><sub>(aq)</sub>) de concentration C<sub>2</sub> = 1,00 mol.L<sup>-1</sup>. Des ions aluminium (III) Al<sup>3+</sup><sub>(aq)</sub> se forment et du dihydrogène H<sub>2(g)</sub> se dégage.

- Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui traduit la transformation observée.
- Quelle espèce chimique joue le rôle d'oxydant ? De réducteur ?
- Quelle espèce chimique est oxydée ? Réduite ?
- Compléter littéralement le tableau d'avancement ci-dessous.

	Avancement	..... + .....	→	..... + .....
État initial	x = 0	n <sub>1</sub> =	n <sub>2</sub> = C <sub>2</sub> .V <sub>2</sub>	
État intermédiaire	x			3x
État final	x <sub>max</sub>			

En déduire la composition finale en quantité de matière (exprimée en mmol) du système étudié.

- Quel est le volume de dihydrogène dégagé dans les conditions de l'expérience à la température de 20°C sous la pression de 1,0 bar ?

**Données :** Couples Ox/réd : Al<sup>3+</sup><sub>(aq)</sub> / Al(s); H<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> / H<sub>2(g)</sub>.

Constante des gaz parfaits : R = 8,31 Pa.m<sup>3</sup>.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup> ;

1bar = 10<sup>5</sup> Pa ; M(Al) = 27,0 g.mol<sup>-1</sup>

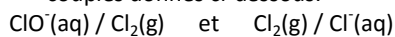
##### Exercice 2:

Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction relatives aux couples suivants:

- Al<sup>3+</sup><sub>(aq)</sub> / Al(s)
- MnO<sub>4</sub><sup>-</sup><sub>(aq)</sub> / Mn<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> (en milieu acide)
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup><sub>(aq)</sub> / NO(g) (en milieu acide)

##### Exercice 3:

L'eau de Javel, désinfectant d'usage courant, est fabriquée par action du dichlore gazeux sur une solution d'hydroxyde de sodium. Cette réaction d'oxydoréduction est mise en jeu entre les deux couples donnés ci-dessous.



- Ecrire les deux demi-équations d'oxydoréduction correspondantes.
- A partir de ces deux demi-équations d'oxydoréduction, donner une équation chimique ayant pour seuls réactifs Cl<sub>2(g)</sub> et H<sub>2</sub>O.