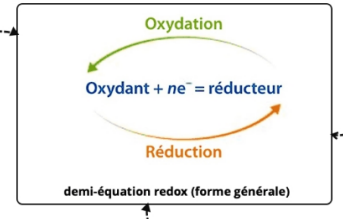
Ce qu'il faut retenir
Chapitre 4 : Evolution d'un système chimique

Notion d'oxydoréduction

- Une oxydation correspond à une perte d'électrons
- Une réduction correspond à un gain d'électrons
- Un oxydant est une espèce chimique capable de capter un ou plusieurs électrons
- Un réducteur est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs électrons
- Une réaction d'oxydoréduction est une réaction chimique dans laquelle des électrons sont échangés entre deux espèces



demi-équation redox (forme générale)

Couple rédox et demi-équation

Un couple oxydant/réducteur noté Ox/Red est un couple formé par deux espèces chimiques susceptibles de se transformer l'une dans l'autre

Couple Ox-réd	Demi-équation électronique d'oxydoréduction
$H^+(aq)/H_2(g)$	$2\,H^+(aq) + 2\,e^- = H_2(g)$
$Fe^{2+}(aq)/Fe(s)$	$Fe^{2+}(aq) + 2\,e^- = Fe(s)$
$Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)$	$Fe^{3+}(aq) + e^- = Fe^{2+}(aq)$
$I_2(aq)/I^-(aq)$	$I_2(aq) + 2\,e^- = 2\,I^-(aq)$

Exemples de couples avec demi-équations

Facile

Pour établir la **demi-équation** associée au couple **oxydant/réducteur**, on doit suivre les étapes suivantes (**doc. 2**) :

a. Placer l'oxydant et le réducteur de chaque côté du signe égal.

b. Ajuster les nombres stœchiométriques afin que les éléments autres que l'hydrogène et l'oxygène soient conservés.

c. Assurer la conservation de l'élément oxygène en ajoutant dans l'équation des molécules d'eau.

d. Assurer la conservation de l'élément hydrogène en ajoutant dans l'équation des ions hydrogène H^+.

e. Assurer la conservation de la charge électrique en ajoutant des électrons.

Règle pour équilibrer une demi-équation

Plus difficile

- $1\,MnO_4^-(aq) = Mn^{2+}(aq)$
- $1\,MnO_4^-(aq) = 1\,Mn^{2+}(aq)$
- $1\,MnO_4^-(aq) = 1\,Mn^{2+}(aq) + 4\,H_2O(\ell)$
- $1\,MnO_4^-(aq) + 8\,H^+(aq) = 1\,Mn^{2+}(aq) + 4\,H_2O(\ell)$
- $1\,MnO_4^-(aq) + 8\,H^+(aq) + 5\,e^- = 1\,Mn^{2+}(aq) + 4\,H_2O(\ell)$

Établir la demi-équation du couple $MnO_4^-(aq)/Mn^{2+}(aq)$.

Equation bilan d'oxydoréduction

Exemple : pour les couples $Al^{3+}(aq)/Al(s)$ et $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$, on écrit :

$$Al^{3+}(aq) + 3\,e^- = Al(s) \quad \times 2$$

$$+ \quad Cu(s) = Cu^{2+}(aq) + 2\,e^- \quad \times 3$$

$$2\,Al^{3+}(aq) + 3\,Cu(s) + \cancel{6\,e^-} \rightarrow 3\,Cu^{2+}(aq) + 2\,Al(s) + \cancel{6\,e^-}$$

$$\hookrightarrow 2\,Al^{3+}(aq) + 3\,Cu(s) \rightarrow 3\,Cu^{2+}(aq) + 2\,Al(s)$$

Une réaction d'oxydoréduction implique un transferts d'électrons entre le réducteur d'un couple et l'oxydant d'un autre couple.
Important : les électrons n'apparaissent jamais dans l'équation bilan

Important: Les demi-équations doivent faire intervenir le même nombre d'électrons. Il faut donc multiplier l'une et l'autre des demi-équations par des coefficients adéquats, afin d'obtenir le même nombre d'électrons engagés dans la réduction et dans l'oxydation.

Tableau d'avancement

Un tableau d'avancement recueille toutes les informations nécessaire pour comprendre l'évolution d'un système chimique :
- L'équation bilan traduisant dans quelles proportions se fait la réaction,
- Les quantités de matières des réactifs à l'état final,
- L'avancement x permettant de décrire l'évolution des quantités de matière,
- Les quantités de matières des réactifs restants et des produits formés à l'état final.

Quantité de matière initiale → Si c'est un **produit** (il y en a plus au cours du temps)

$n = n_i \pm$ **nombre stœchiométrique** × **avancement** x

Quantité de matière → Si c'est un **réactif** (il y en a moins au cours du temps)

Durant la réaction, l'avancement x évolue de 0 à x(final).
Lorsque le réactif limitant a été entierement consommé x = x(final) = x(max).
Si à la fin de la réaction tous les réactifs ont été consommés, le mélange est qualifié de stoechométrique (les quantités de matières ont été introduites dans les proportions des coefficients stoechométriques)

Équation chimique		$2\,Fe^{3+}(aq)$ +	$1\,Cu(s)$ →	$2\,Fe^{2+}(aq)$ +	$1\,Cu^{2+}(aq)$
État du système	**Avancement (mol)**	**Quantités de matière (mol)**			
État initial	0	$n_i(Fe^{3+}) = 3$	$n_i(Cu) = 8$	0	0
État intermédiaire	x	$3 - 2x$	$8 - 1x$	$0 + 2x$	$0 + 1x$
État final	x_f ou x_{max}	$3 - 2x_f$	$8 - 1x_f$	$2x_f$	$1x_f$

Exemple