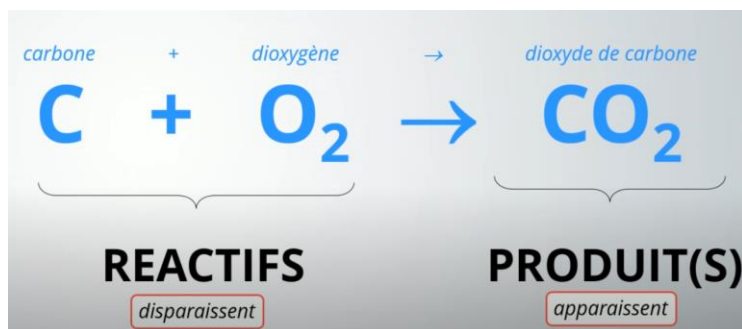




I) EQUATION DE REACTION



Les espèces chimiques qui constituent un système peuvent réagir entre elles.

Le système peut donc évoluer au cours du **temps**. Cette évolution peut s'observer ou être invisible.

Lors d'une transformation chimique, des espèces chimiques (atomes, ions, molécules) sont modifiées :

→ le système passe d'un état **initial** noté **EI**

→ à un état **final** noté **EF** dont les propriétés physiques (pression, température, état) et chimiques (quantités) sont différentes.

On parle d'état final lorsque le système **n'évolue plus**.

Si la composition chimique de l'état final est différente de celle de l'état initial, on dit qu'il y a eu une **transformation chimique**.

Les **réactifs** sont les espèces consommées pendant la transformation chimique (il peut rester des réactifs en fin de réaction s'ils n'ont pas tous été consommés), les **produits** sont les espèces formées et les **spectateurs** sont les espèces présentes dans l'état initial et qui ne participent pas à la réaction chimique.

Toute réaction chimique peut être symbolisée par une **équation de réaction (chimique)**, qui traduit
→ la loi de **conservation** des éléments (nombre d'atomes)

→ la loi de conservation de la **charge électrique**

grâce à des coefficients **stœchiométriques**, nombres entiers placés devant le symbole des réactifs et des produits.

Equilibrer une équation chimique

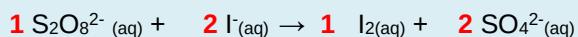
même **nombre d'atomes**
de chaque élément

même **nombre de**
charges

METHODE

- 1) Commencer par ajuster les coefficients stœchiométriques des éléments qui n'apparaissent que dans un seul réactif ET dans un seul produit
- 2) Ajuster ensuite les coefficients stœchiométriques des autres éléments chimiques.
- 3) Vérifier la conservation de la charge électrique globale des réactifs et des produits.

EXEMPLE



ENTRAINEMENT

Pour s'entraîner à équilibrer des équations de réactions

<http://landrevie.josiane.free.fr/cours/ajustements/avec%20ions.htm>



II) UN EXEMPLE DE TRANSFORMATION CHIMIQUE : LA REACTION D'OXYDOREDUCTION

Définitions

Oxydant

entité chimique capable de capter 1 ou plusieurs électrons

Réducteur

entité capable de céder 1 ou plusieurs électrons

Oxydation

réaction au cours de laquelle un élément perd un ou des électrons

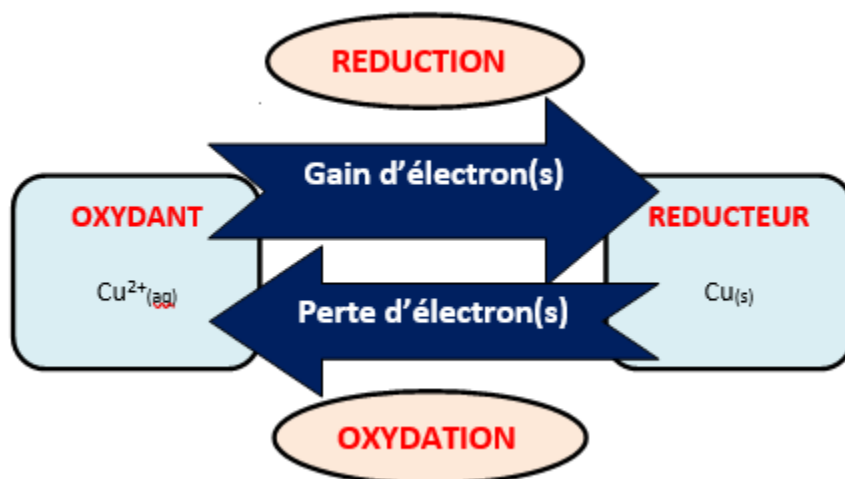
Réduction

réaction au cours de laquelle un élément gagne un ou des électrons

Réaction d'oxydoréduction

réaction d'oxydoréduction consiste en un transfert d'électrons entre deux espèces chimiques.

Elle met en jeu à la fois une oxydation (perte d'électrons) et une réduction (gain d'électrons)

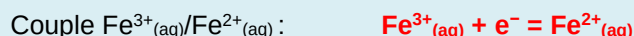
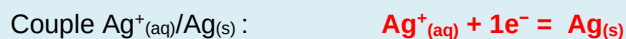
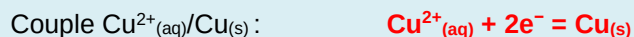


Couples Rédox

À tout oxydant correspond un réducteur **conjugué** et réciproquement : on parle de **couple oxydant/réducteur**.

L'oxydant et le réducteur d'un couple sont liés par une **demi-équation d'oxydoréduction** (ou demi-équation électronique) où le signe = indique que la transformation peut avoir lieu dans les **deux** sens.

EXEMPLES



Demi équation redox

L'écriture d'une demi-équation rédox respecte les lois de **conservation** des **éléments** et de la **charge**

✓ **Méthode et application au couple $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ en milieu acide (présence d'ions $\text{H}^{+}(\text{aq})$)**

- 1) *Écrire l'oxydant et le réducteur de part et d'autre du signe =*
- 2) *Ajuster la stœchiométrie des éléments chimiques autres que l'oxygène et l'hydrogène*
- 3) *Assurer la conservation de l'élément oxygène avec des molécules d'eau (solvant)*
- 4) *Assurer la conservation de l'élément hydrogène avec des ions hydrogène $\text{H}^{+}(\text{aq})$ (en milieu acide)*
- 5) *Assurer la conservation de la charge électrique avec des électrons :*



Avancement

DEFINITION

L'avancement x d'une réaction chimique est une grandeur qui permet de suivre l'évolution des quantités de matière de réactifs et de produits au cours de la transformation. Il s'exprime en mole

À l'état initial, les réactifs sont mis en contact mais la réaction n'a pas débuté : $x = 0 \text{ mol}$

À l'état final, le système cesse d'évoluer : $x = x_f$

Avancement final et avancement maximal

Lorsqu'une réaction est totale il y a disparition d'au moins 1 des réactifs lorsque la réaction est terminée

L'avancement est alors noté $x_{\max}$

Les autres réactifs qui n'ont alors pas été entièrement consommés sont dits en excès

Lorsqu'une réaction n'est pas totale des réactifs et des produits coexistent lorsque la réaction est terminée

L'avancement est alors noté x_f

$$x_f < x_{\max}$$

Si tous les réactifs ont été consommés dans l'état final, c'est qu'ils ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

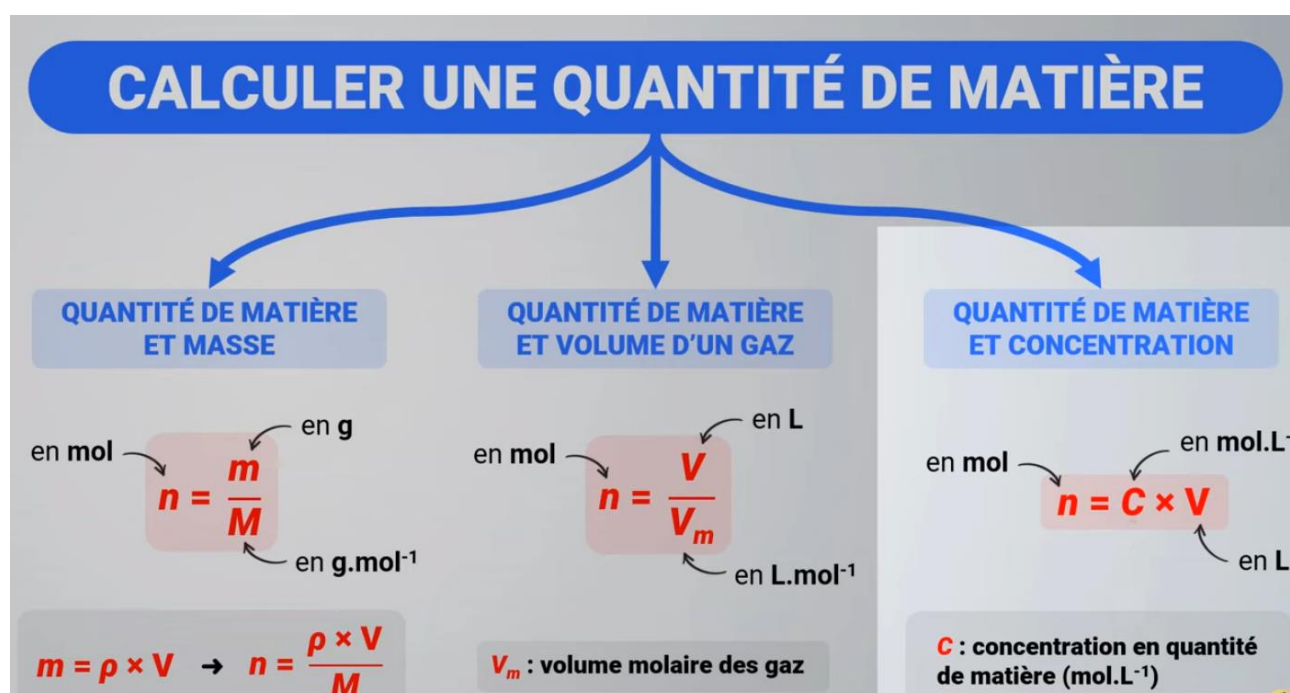
Tableau d'avancement

On peut représenter l'évolution des quantités de matière de réactifs et de produits au cours d'une transformation à l'aide d'un tableau d'avancement

Comment remplir ce tableau d'avancement ?

→ Grâce aux données de l'énoncé qui indique (directement ou pas) quelles quantités de réactifs ont été utilisées.

<http://chimie.ostralo.net/avancement/>



EXEMPLE

L'énoncé nous donne :

$n_0(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = 1,7 \text{ mol}$ et $n_0(\text{I}^-) = 3,2 \text{ mol}$ qui réagissent et forment des molécules $\text{I}_2(\text{aq})$ ainsi que des ions $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Faire un bilan de matière à l'état final. Pour cela il faut :

ETAPE 1 : construire le tableau d'avancement

Equation		$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq})$	+	$2\text{I}^-(\text{aq})$	$\longrightarrow$	$\text{I}_2(\text{aq})$	+	$2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
Etat initial	$x = 0$	1,7		3,2		0		0
Etat intermédiaire	x	$1,7 - x$		$3,2 - 2x$		x		$2x$
Etat final	$x = x_{\text{max}}$	$1,7 - x_{\text{max}}$		$3,2 - 2x_{\text{max}}$		x_{max}		$2x_{\text{max}}$

ETAPE 2 : le bilan de matière

Un bilan de matière précise la composition du système chimique dans son état initial et dans son état final.

Il est toujours effectué en **quantité de matière** et s'exprime donc en **moles**.

Il faut pour cela

→ exploiter la 2^{ème} ligne du tableau d'avancement (généralement donnée par l'énoncé), ainsi que sa dernière ligne.

→ déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max} , il faut exploiter plusieurs hypothèses sur la nature du réactif limitant.

On calcule donc les valeurs de x_{max} qui annuleraient les quantités de chaque réactif. x_{max} correspond alors à la plus **petite** de ces valeurs, car la quantité finale d'un réactif ne peut pas être négative.

Le réactif associé à la valeur de x_{max} retenue correspond alors au réactif limitant.

Hypothèse 1 : Si $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ est le réactif limitant :

- l'avancement maximal serait alors :
 $n_f(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = 0 = n_0(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) - x_{\text{max}}$ soit $x_{\text{max}} = n_0(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = 1,7 \text{ mol}$
- la quantité de I^- restante serait alors :
 $n_f(\text{I}^-) = n_0(\text{I}^-) - 2x_{\text{max}} = 3,2 - 2 \times 1,7 = -0,2 \text{ mol}$

Cette hypothèse est **incorrecte** car la quantité d'une espèce chimique ne peut pas être négative.

Hypothèse 2 : Si I^- est le réactif limitant :

- l'avancement maximal serait alors :
 $n_f(\text{I}^-) = 0 = n_0(\text{I}^-) - 2x_{\text{max}}$ soit $x_{\text{max}} = n_0(\text{I}^-)/2 = 3,2/2 = 1,6 \text{ mol}$
- la quantité de $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ restante serait alors :
 $n_f(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = n_0(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) - x_{\text{max}} = 1,7 - 1,6 = 0,1 \text{ mol}$

Cette hypothèse est la seule acceptable : toutes les quantités d'espèces chimiques à l'état final sont positive ou nulle. De plus, elle correspond au plus petit avancement maximal.

Le bilan de matière à l'état final est donc :

$x_{\text{max}} = 1,6 \text{ mol}$

I^- est totalement consommé en fin de réaction : c'est donc le réactif limitant.
 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ est donc le réactif en excès.

→ $n_f(\text{I}^-) = 0 \text{ mol}$
→ $n_f(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = 0,1 \text{ mol}$
→ $n_f(\text{I}_2) = x_{\text{max}} = 1,6 \text{ mol}$
→ $n_f(\text{SO}_4^{2-}) = 2x_{\text{max}} = 3,2 \text{ mol}$