

## Module 2.3 : Réactions des oxydes avec l'eau

- Objectifs :
- Savoir formaliser et équilibrer les réactions des oxydes avec l'eau,
  - Savoir reconnaître des molécules acides ou basiques,
  - Comprendre le rôle et le fonctionnement d'un indicateur coloré.



<https://edu.ge.ch/lqr/CH1F3Ddf>

### Acides, bases et pH

Un acide est défini comme une substance libérant des ions  $H^+$  dans l'eau. Une base, elle, peut les capter. Les hydroxydes sont basiques car l'ion  $OH^-$  réagit avec  $H^+$  pour créer de l'eau. La réaction de neutralisation que nous avons vue précédemment est nommée de cette façon car elle fait réagir ensemble un acide et une base, ce qui provoque la disparition de l'acidité et de la basicité, laissant une solution finale proche de la neutralité lorsque la réaction est complète.

La mesure de l'acidité se fait à travers une échelle logarithmique, le pH (potentiel hydrogène). Celle-ci va de 0 (le plus acide) à 14 (le plus basique) en passant par 7 (la neutralité).

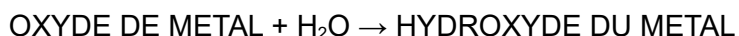
Certaines substances, que l'on appellera indicateurs colorés, changent de couleur en présence des ions  $H^+$  ou  $OH^-$ . Elles peuvent ainsi servir à mettre en évidence la présence de ces ions, et donc l'acidité ou la basicité d'une solution. Le bleu de bromothymol (BBT), par exemple, est jaune en milieu acide, bleu en milieu basique et vert en milieu neutre<sup>6</sup>. On utilise également le papier pH, dont la couleur change à chaque unité de pH pour une évaluation plus précise de l'acidité/basicité d'une solution. Notons que des pH-mètres, encore plus précis, existent également.



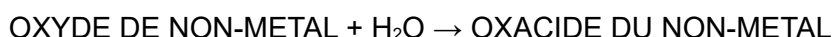
<https://edu.ge.ch/lqr/CH1F3Rb>

### Création d'acides et d'hydroxydes à partir d'oxydes

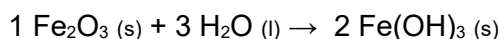
Il est remarquable de noter que les oxydes de métaux<sup>7</sup> réagissent avec l'eau pour former des hydroxydes selon la réaction suivante :



Les oxydes de non-métaux<sup>8</sup>, quant à eux, réagissent avec l'eau pour former des oxacides :



Dans les deux cas, aucun changement de nombre d'oxydation est observé. Ainsi, lorsque l'on introduit de l'oxyde de fer (III) dans l'eau, la réaction crée de l'hydroxyde de fer (III) et lorsque l'on introduit du  $N_2O_3$  (dans lequel l'azote est  $N^{3+}$ ) on crée de l'acide nitreux  $HNO_2$  (dans lequel l'azote est également  $N^{3+}$ ) :



Si la substance créée est soluble (tous les acides le sont mais certains hydroxydes ne le sont pas) on aura alors la présence d'ions susceptibles de rendre la solution résultante acide ou basique. Ainsi, l'hydroxyde de fer (III) étant insoluble, on aura affaire à une suspension laissant la solution neutre tandis que, dans le second cas, la solution résultante sera, elle, acide.

6 Voir la table CRM pour d'autres exemple.

7 Les oxydes de métaux se nomment simplement à partir de leurs ions (ex :  $\text{FeO}$  = oxyde de fer (II)).

8 Les oxydes de non-métaux sont nommés en indiquant systématiquement en préfixe le nombre d'atome d'oxygène et de non-métal (ex :  $\text{N}_2\text{O}_3$  = trioxyde de diazote,  $\text{N}_2\text{O}$  = monoxyde de diazote).





<https://edu.ge.ch/qr/CH1ex23>

## Exercices

2.3.1. Donnez les équations de dissociation dans l'eau de :

a)  $\text{NaCl}$  ; b)  $\text{CaF}_2$  ; c)  $\text{NaNO}_3$  ; d)  $\text{K}_2\text{SO}_4$

2.3.2. Indiquez le pH (<7, ~7, >7) et la couleur de la solution si je mélange :

a)  $\text{NaOH (aq)} + \text{BBT (bleu de bromothymol)}$

b)  $\text{Al(OH)}_3 \text{ (s)} + \text{H}_2\text{O} + \text{BBT}$

c)  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \text{ (s)} + \text{H}_2\text{O} + \text{BBT}$

d)  $\text{HNO}_3 \text{ (aq)} + \text{BBT}$

2.3.3. Pour les oxydes ci-dessous,

- donnez leur nom et

- dites si leur réaction avec l'eau mènera à la formation d'un acide ou d'un hydroxyde.

a)  $\text{Na}_2\text{O}$  ; b)  $\text{CaO}$  ; c)  $\text{CO}_2$  ; d)  $\text{SO}_2$  ; e)  $\text{MnO}_2$

2.3.4. Pour chacune des substances suivantes, dites si, en contact avec l'eau il y aura réaction, et, s'il y a réaction, précisez s'il s'agit d'une dissociation ou d'une réaction de combinaison menant à la formation d'un acide ou d'un hydroxyde.

a)  $\text{NaCl}$  ; b)  $\text{BaO}$  ; c)  $\text{CaF}_2$  ; d)  $\text{SO}_3$  ; e)  $\text{Ag}_2\text{O}$  ; f)  $\text{HCl}$

## Exercices de renforcement

2.3.5. Donnez les équations de dissociation dans l'eau de :

a)  $\text{FeCO}_3 \text{ (s)}$  ; b)  $\text{FeCl}_2 \text{ (s)}$  ; c)  $\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ (g)}$  ; d)  $\text{Ca(OH)}_2 \text{ (s)}$

2.3.6. Indiquez le pH (<7, ~7, >7) et la couleur de la solution si je mélange :

a)  $\text{CsOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{BBT}$

b)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{phénolphtaléine}$

c)  $\text{Cu(OH)}_2 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{Rouge de méthyl}$

2.3.7. Quel type de pollution dégagent les grandes industries qui mènent à la formation de pluies acides ?

2.3.8. Pour chacune des substances suivantes, dites si, en contact avec l'eau il y aura réaction, et, s'il y a réaction, précisez s'il s'agit d'une dissociation ou d'une réaction de combinaison menant à la formation d'un acide ou d'un hydroxyde.

a)  $\text{Sr}_2\text{O}$  ; b)  $\text{BaSO}_4$  ; c)  $\text{K}_3\text{PO}_4$  ; d)  $\text{NiO}$  ; e)  $\text{NO}_2$



## Module 2.4 : Réactions ioniques

Objectifs : - Savoir formaliser et équilibrer des équations de précipitation et de neutralisation.



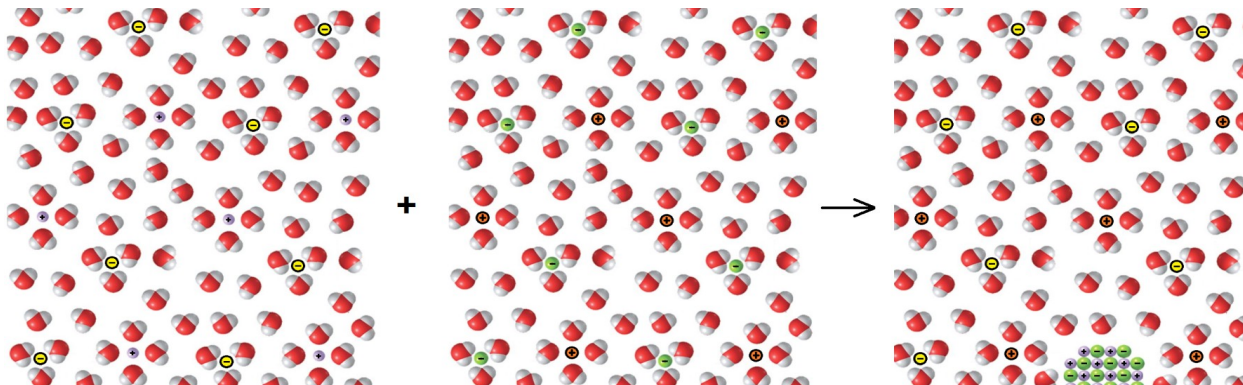
<https://edu.ge.ch/qv/CH1F2D>



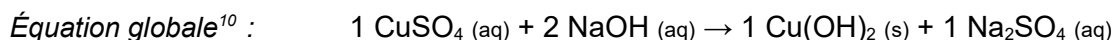
<https://edu.ge.ch/qv/CH1F2R>

### Précipitation

La réaction de précipitation a lieu en solution aqueuse entre deux composés solubles dissociés. Elle se caractérise par la formation d'un nouveau composé insoluble, appelé précipité<sup>9</sup>.



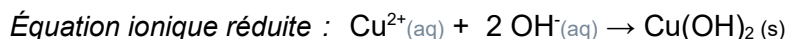
Plusieurs types d'équation peuvent décrire ce phénomène. La plus utilisée est l'équation globale, qui présente les réactifs et les produits dissociés au moment de la réaction sous forme de molécules. Prenons l'exemple de la réaction entre  $\text{CuSO}_4$  et  $\text{NaOH}$  :



Il est également possible de décrire la réaction par l'équation ionique, qui présente sous forme de ions tout ce qui est dissocié au moment de la réaction :



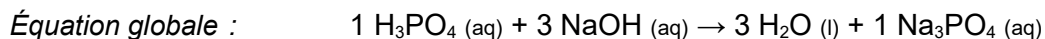
L'équation ionique réduite ne mentionne pas les ions dits spectateurs (ici  $\text{Na}^+$  et  $\text{SO}_4^{2-}$ ) :



<https://edu.ge.ch/qv/CH1F2Ra>

### Neutralisation

La réaction de neutralisation est également une réaction d'échange d'ions qui fait apparaître un nouveau composé moléculaire. Celui-ci n'est toutefois pas un précipité (solide), mais un liquide : l'eau. La neutralisation implique un acide<sup>11</sup> ( $\text{H}^+$ ) et un hydroxyde soluble ( $\text{OH}^-$ , basique). Prenons l'exemple de la neutralisation de la soude ( $\text{NaOH}$ ) par l'acide phosphorique ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) :



9 Les molécules contenant un ion de la colonne IA ou  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NH}_4^+$  sont toujours solubles, donc ne peuvent former un précipité.

10 On prendra parfois la liberté de simplifier l'écriture en ne précisant pas les états physiques de la matière. Dans ce cas, on veillera à ajouter une flèche à côté du précipité ( $\downarrow$ ).

11 Le nom d'un acide formé d'un ion en -ure finira en -hydrique, d'un ion en -ate finira en -ique et d'un ion en -ite finira en -eux (cf. annexe 9 paragraphe 2c).

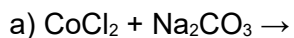


## Exercices

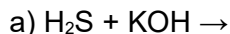


<https://edu.ge.ch/qv/CH1ex24>

2.4.1. Complétez et équilibrez les réactions de précipitation suivantes :

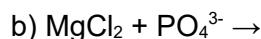


2.4.2. Complétez les réactions de neutralisation suivantes et nommez les acides présents :



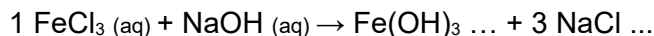
2.4.3. Choisissez l'acide et l'hydroxyde convenable permettant d'obtenir comme produit le phosphate de potassium. Donnez les équations globale, ionique et ionique réduite.

2.4.4. Dans les équations de précipitation suivantes, un ion spectateur n'a pas été indiqué. Complétez et équilibrez ces équations, tout d'abord sans ajouter ce ion spectateur, puis en proposant des substances contenant ce ion.



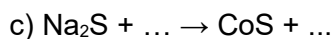
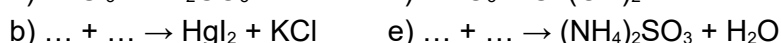
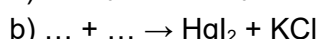
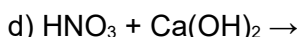
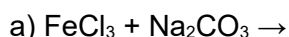
2.4.5. Pourquoi une réaction entre un acide et une base se nomme-t-elle neutralisation ?

2.4.6. Reportez-vous à la table de solubilité de la CRM (p. 254). Déterminez les ions pour lesquels un composé est toujours soluble et ceux pour lesquels un composé est toujours insoluble. Fermez la CRM et, en vous basant sur l'information ainsi découverte, déterminez pour l'équation de précipitation suivante, quel est le précipité :



## Exercices de renforcement

2.4.7. Complétez et équilibrez les équations de réaction ci-dessous. Pour la première, donnez également les équations ionique et ionique réduite.



2.4.8. Nommez les acides suivants :  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$  et  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

2.4.9. L'augmentation de l'acide carbonique dans les océans mène à la dissolution des coraux. D'où vient cet acide carbonique ?

2.4.10. Afin de montrer qu'une eau contient des ions  $\text{Cl}^-$ , on ajoute à celle-ci du  $\text{AgNO}_3$  aqueux. On observe un précipité. Donnez l'équation de réaction et nommez le précipité.

2.4.11. On réalise la réaction :  $2 \text{ NaOH} + 1 \text{ H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O} + 1 \text{ Na}_2\text{SO}_4$  en présence de BBT. Quelle couleur aura la solution : a) S'il y a autant de molécules de  $\text{NaOH}$  que de molécules de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , b) S'il y a 2 fois plus de molécules de  $\text{NaOH}$  que de molécules de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , c) S'il y a 3 fois plus de molécules de  $\text{NaOH}$  que de molécules de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



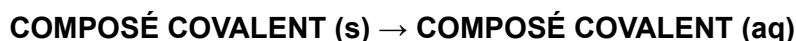
## Annexe 10. Résumé des réactions étudiées

### 1) Réactions en solution aqueuse

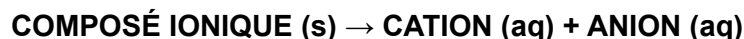
#### a) Dissolution et dissociation

Ces deux phénomènes ne correspondent pas à des réactions chimiques, mais à des mélanges entre un composé et de l'eau.

On retiendra qu'un composé covalent, lorsqu'il se mélange à l'eau, se dissout (ses molécules se dispersent) :



tandis qu'un composé ionique, lorsqu'il se mélange à l'eau, se dissocie (ses ions se séparent et se dispersent) :



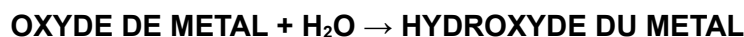
Ex :  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (s)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (aq)}$  le sucre se dissout dans l'eau,

$\text{NaCl (s)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$  le sel se dissocie dans l'eau.

Tous les composés ioniques formés d'un ion de la famille IA, de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  sont toujours solubles.

#### b) Combinaison des oxydes avec l'eau

Les oxydes, lorsqu'ils sont mélangés à l'eau, réagissent et créent des hydroxydes dans le cas des oxydes de métaux, ou des oxacides dans le cas des oxydes de non-métaux. Dans tous les cas, les n.o. des atomes restent inchangés.



Ex :  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CuOH} \downarrow$   $\Rightarrow$  suspension, neutre ( $\text{OH}^-$  pas libérés)

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$   $\Rightarrow$  solution acide

#### c) Précipitation et neutralisation

Ces deux réactions impliquent des réactifs préalablement dissous et dissociés. Les ions ainsi libérés mènent à la création de nouveaux composés.

Dans le cas de la précipitation, on observe l'apparition d'un composé ionique insoluble, nommé précipité (ne contenant pas des ions de la famille IA, de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  ou  $\text{NH}_4^+$ ).



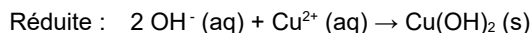
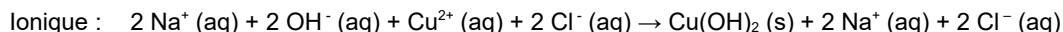
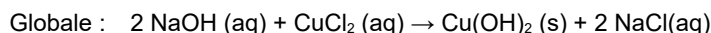
Dans le cas de la neutralisation, on observe la neutralisation des ions  $\text{H}^+$  (acides) par des ions  $\text{OH}^-$  (basiques). La réaction forme ainsi des molécules d'eau et un sel.



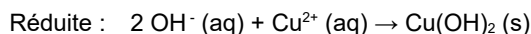
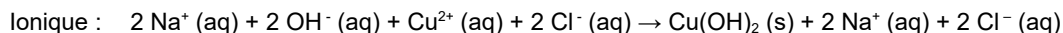
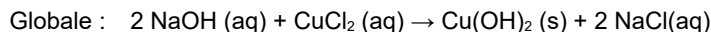
Dans les deux cas, on peut exprimer la réaction sous plusieurs formes. L'équation globale présente les composés sous forme de molécules, l'équation ionique présente les composés ioniques sous forme d'ions (l'eau et le précipité restant sous forme de molécules), l'équation ionique réduite fait disparaître les ions spectateurs (ceux qui, bien que présents, ne participent pas à la réaction).



**Ex : Précipitation**



**Neutralisation**



## 2) Oxydoréductions

Les deux réactions étudiées cette année qui ne se passent pas en milieu aqueux impliquent que des éléments changent de nombre d'oxydation et font donc partie de la catégorie des oxydoréductions (oxydation = perte d'électron, réduction = gain d'électrons).

### a) Combinaison d'éléments

Deux éléments peuvent réagir pour former des composés. Avant réaction, sous leur forme élémentaire, les atomes sont seuls ou liés à eux-mêmes et ont donc un nombre d'oxydation de zéro. Après réaction par contre, dans le composé formé, les atomes possèdent des nombres d'oxydation non nuls. L'élément le plus électronégatif devient négatif, l'autre positif. Si plusieurs possibilités existent, on donnera plusieurs équations.

**ÉLÉMENT + ÉLÉMENT  $\rightarrow$  1 COMPOSÉ**



### b) Combustion organique

La combustion organique implique un composé organique et du dioxygène produisant de l'eau et du dioxyde de carbone. Lorsque le dioxygène est en quantité insuffisante, le dioxyde de carbone peut être remplacé par du monoxyde de carbone, ou du carbone.



Notons que le monoxyde de carbone, contrairement au  $\text{CO}_2$ , est toxique : il se lie aux molécules d'hémoglobine de façon quasi irréversible, les rendant ainsi inaptes au transport d'oxygène.

