REACTIONS CHIMIQUES - OXYDOREDUCTION

5 Identifier des couples oxydant / réducteur

| Mobiliser ses connaissances.

• Préciser pour chacune des demi-équations électroniques suivantes, le couple oxydant / réducteur correspondant.

a. $Bi^{5+}(aq) + 2\,e^- \rightleftarrows Bi^{3+}(aq)$

b. $2\,NO(g) + 4\,H^+(aq) + 4\,e^- \rightleftarrows N_2(g) + 2\,H_2O(\ell)$

c. $BrO_3^-(aq) + H_2O(\ell) \rightleftarrows BrO_4^-(aq) + 2\,H^+(aq) + 2\,e^-$

5 Identifier des couples oxydant/réducteur

a. $Bi^{5+}(aq)$ / $Bi^{3+}(aq)$.
b. $NO(g)$ / $N_2(g)$.
c. $BrO_4^-(aq)$ / $BrO_3^-(aq)$.

8 Établir des demi-équations électroniques (1)

CORRIGÉ

| Mobiliser ses connaissances.

• Écrire les demi-équations associées aux couples ci-dessous.
$HPO_4^{2-}(aq)/HPO_3^{2-}(aq)$; $As_2O_3(aq)/As(s)$; $H_2SO_3(aq)/S(s)$

8 Établir des demi-équations électroniques (1)

$HPO_4^{2-}(aq) + 2\,H^+(aq) + 2\,e^- \rightleftarrows HPO_3^{2-}(aq) + H_2O(\ell)$.
$As_2O_3(aq) + 6\,H^+(aq) + 6\,e^- \rightleftarrows 2\,As(s) + 3\,H_2O(\ell)$.
$H_2SO_3(aq) + 4\,H^+(aq) + 4\,e^- \rightleftarrows S(s) + 3\,H_2O(\ell)$.

9 Établir des demi-équations électroniques (2)

| Utiliser un modèle pour expliquer

Le diazote $N_2(g)$ peut se réduire en ammoniac $NH_3(g)$ tandis que l'eau $H_2O(\ell)$ peut s'oxyder en dioxygène $O_2(g)$.

• Écrire les demi-équations d'oxydoréduction.

9 Établir des demi-équations électroniques (2)

$N_2(g) + 6\,H^+(aq) + 6e^- \rightleftarrows 2\,NH_3(g)$.
$O_2(g) + 4\,H^+(aq) + 4\,e^- \rightleftarrows 2\,H_2O(\ell)$.

11 Identifier des couples oxydant / réducteur

| Mobiliser ses connaissances.

L'éthanol, de formule $C_2H_6O(\ell)$, peut être oxydé par le dioxygène $O_2(g)$ de l'air. Les produits de la réaction sont l'éthanal $C_2H_4O(\ell)$ et l'eau $H_2O(\ell)$.

1. Préciser, pour chacune des espèces chimiques, s'il s'agit d'un oxydant ou d'un réducteur.

2. Identifier les couples oxydant / réducteur mis en jeu au cours de cette réaction.

3. Écrire l'équation de la réaction.

11 Identifier des couples oxydant / réducteur

1. L'éthanol est le réducteur et le dioxygène est l'oxydant. L'éthanal est donc l'oxydant conjugué et l'eau le réducteur conjugué.
2. $C_2H_4O(\ell)/C_2H_6O(\ell)$ et $O_2(g)/H_2O(\ell)$.
3. $2\,C_2H_6O(\ell) + O_2(g) \rightarrow 2\,C_2H_4O(\ell) + 2\,H_2O(\ell)$.

13 Établir et prévoir une réaction d'oxydoréduction

| Utiliser un modèle.

On donne les couples oxydant / réducteur suivants : $Au^{3+}(aq)/Au(s)$; $Sn^{2+}(aq)/Sn(s)$; $C\ell_2(g)/C\ell^-(aq)$.

1. Établir l'équation de la réaction entre l'étain $Sn(s)$ et les ions or (III) $Au^{3+}(aq)$.

2. Pourrait-il se produire une réaction d'oxydoréduction entre :

a. $Sn(s)$ et $C\ell_2(g)$?

b. $Au(s)$ et $C\ell^-(aq)$?

c. $Au(s)$ et $Au^{3+}(aq)$?

13 Établir et prévoir une réaction d'oxydoréduction

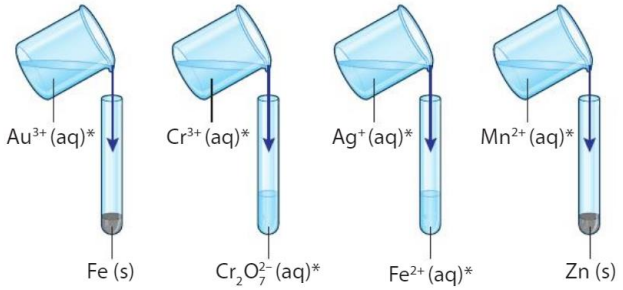
1.
$$Sn(s) \rightleftarrows Sn^{2+}(aq) + 2\,e^- \quad (\times 3)$$
$$Au^{3+}(aq) + 3\,e^- \rightleftarrows Au(s) \quad (\times 2)$$
$$2\,Au^{3+}(aq) + 3\,Sn(s) \rightarrow 2\,Au(s) + 3\,Sn^{2+}(aq)$$

2. a. Oui car il s'agit d'un oxydant et d'un réducteur n'appartenant pas au même couple.
b. Non car il s'agit de deux réducteurs.
c. Non car il s'agit d'un oxydant et d'un réducteur appartenant au même couple.

15 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. Établir les équations de réaction associées aux mélanges pour lesquels une réaction est éventuellement possible.

Données

• Couples oxydant / réducteur : $Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)$; $Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$; $Fe^{2+}(aq)/Fe(s)$; $Ag^+(aq)/Ag(s)$; $Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$; $Au^{3+}(aq)/Au(s)$; $MnO_4^-(aq)/Mn^{2+}(aq)$.

15 Réaction ou pas réaction ?

1. Un mélange réalisé avec un oxydant et un réducteur n'appartenant pas au même couple, peut-être le lieu d'une réaction d'oxydoréduction. On identifie donc les mélanges suivants :
($Au^{3+}(aq)$; $Fe(s)$) et ($Ag^+(aq)$; $Fe^{2+}(aq)$).

2. $Au^{3+}(aq) + 3\,e^- \rightleftarrows Au(s)$ $(\times 2)$
$Fe(s) \rightleftarrows Fe^{2+}(aq) + 2\,e^-$ $(\times 3)$

$2\,Au^{3+}(aq) + 3\,Fe(s) \rightarrow 2\,Au(s) + 3\,Fe^{2+}(aq)$

$Ag^+(aq) + e^- \rightleftarrows Ag(s)$
$Fe^{2+}(aq) \rightleftarrows Fe^{3+}(aq) + e^-$

$Ag^+(aq) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Ag(s) + Fe^{3+}(aq)$

17 L'ion nitrate dans un engrais

| Proposer un modèle

Pour trouver la teneur en ion nitrate NO_3^- dans un engrais, on réalise la réaction entre les ions nitrate et les ions fer (II) $Fe^{2+}(aq)$.

1. Identifier les couples oxydant / réducteur mis en jeu au cours de cette réaction. Justifier.

2. Établir l'équation de la réaction.

Données

- Couples oxydant / réducteur :
$NO_3^-(aq) / NO(g)$; $Fe^{3+}(aq) / Fe^{2+}(aq)$; $Fe^{2+}(aq) / Fe(s)$.

17 L'ion nitrate dans un engrais

1. L'ion nitrate est un oxydant, il faut donc choisir le couple où l'ion fer (II) est réducteur.
$NO_3^-(aq)/NO(g)$ et $Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)$

2. $NO_3^-(aq) + 4\,H^+(aq) + 3\,e^- \rightleftarrows NO(g) + 2\,H_2O(\ell)$
$Fe^{2+}(aq) \rightleftarrows 3\,Fe^{3+}(aq) + e^-$

$NO_3^-(aq) + 4\,H^+(aq) + 3\,Fe^{2+}(aq) \rightarrow NO(g) + 2\,H_2O(\ell) + 3\,Fe^{3+}(aq)$

18 Trouver une équation d'oxydoréduction

| Exploiter des observations.

- L'équation proposée ci-dessous peut-elle être celle associée à la transformation photographiée ? En proposer une autre le cas échéant.

$2\,MnO_4^-(aq) + 3\,H_2C_2O_4(aq) + 2\,H^+(aq)$
$\rightarrow 2\,MnO_2(s) + 6\,CO_2(aq) + 4\,H_2O(\ell)$

Données

- L'ion $MnO_4^-(aq)$ est responsable de la coloration violette d'une solution aqueuse.
- $MnO_2(s)$ est un solide de couleur brune.
- $Mn^{2+}(aq)$ est incolore en solution.
- Couple oxydant / réducteur : $MnO_4^-(aq)/ Mn^{2+}(aq)$.

18 Trouver une équation d'oxydoréduction

Non car dans l'équation proposée, un des produits est un solide brun (MnO_2), alors que sur les photographies, on observe que le mélange est de plus en plus limpide, sans formation de solide.

$MnO_4^-(aq) + 8\,H^+(aq) + 5\,e^- \rightleftarrows Mn^{2+}(aq) + 4\,H_2O(\ell)$ $(\times 2)$
$H_2C_2O_4(aq) \rightleftarrows 2\,CO_2(aq) + 2\,H^+(aq) + 2\,e^-$ $(\times 5)$

$2\,MnO_4^-(aq) + 6\,H^+(aq) + 5\,H_2C_2O_4(aq) \rightarrow 2\,Mn^{2+}(aq) + 8\,H_2O(\ell) + 10\,CO_2(aq)$

21 Résolution de problème

Du plomb dans l'eau

| Construire les étapes d'une résolution de problème.

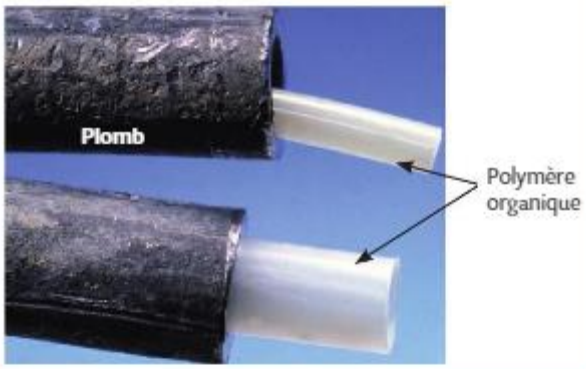
La présence de plomb dans l'eau constitue un danger pour la santé car il provoque des maladies comme le saturnisme ou des malformations infantiles. Les canalisations en plomb sont interdites depuis les années 1960 mais on en trouve encore dans des habitations anciennes.

A Facteurs augmentant la teneur en plomb

Lorsqu'une canalisation en plomb est en contact avec d'autres métaux, le plomb est susceptible d'être oxydé en ion $Pb^{2+}(aq)$. Si deux métaux M et M' sont en contact, le métal le plus réducteur s'oxyde tandis que le dioxygène dissous dans l'eau se réduit sur le métal le moins réducteur.

B Une protection en matière organique

Dans certaines conditions, pour éviter l'oxydation des canalisations en plomb, il est possible d'insérer des tubes en polymères organiques dans lesquels l'eau circule.

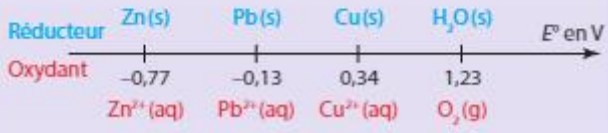


Dans son habitation ancienne, un propriétaire décide de changer ses canalisations jusqu'alors en plomb afin d'éviter tout risque de contamination. Il dispose de tubes en cuivre ou en zinc. Le circuit d'eau potable de sa rue est encore réalisé par des tubes en plomb.

Complément scientifique

Échelle des potentiels standards d'oxydoréduction

Un couple oxydant / réducteur est associé à un potentiel standard d'oxydo-réduction noté $E°$ et exprimé en volt. Plus le potentiel standard $E°$ est faible, plus le réducteur du couple est un « réducteur fort ». Inversement, plus le potentiel standard $E°$ est élevé, plus l'oxydant du couple est un « oxydant fort ».



- La rénovation de l'habitation peut-elle comporter des risques ? Le propriétaire doit-il faire une demande auprès des services municipaux ?

21 CORRIGÉ Résolution de problème

Du plomb dans l'eau

Des pistes de résolutions peuvent être fournies par le professeur :

S'approprier

• Le danger vient de la formation d'ions plomb (II) dans l'eau.
• Le dioxygène dissout dans l'eau oxyde le métal le moins réducteur en ion métallique.

Analyser

• Utiliser l'échelle des potentiels standards fournie pour identifier entre deux métaux celui qui est le plus réducteur.

Réaliser

• Identifier qui du zinc et du cuivre, est plus réducteur que le plomb.
• Trouver dans quelles conditions le dioxygène oxyde le métal plomb en cas de contact avec un autre métal.

Valider

• Conclure quant à la possibilité pour le dioxygène d'oxyder le métal plomb en cas de contact avec le métal zinc ou avec le métal cuivre.

Une démarche attendue de résolution par l'élève peut être la suivante :

1re étape : Bien comprendre la question posée

1. Quelle entité chimique en solution aqueuse est dangereuse pour la santé ?
2. Comment peut être formé l'ion plomb (II) ?
3. Quels métaux au contact du plomb peuvent induire la formation d'ions plomb (II) ?

2e étape : Lire et comprendre les documents

1. L'ion plomb (II) comporte un risque sanitaire.
2. Le dioxygène dissout dans l'eau oxyde le métal plomb en ion plomb (II) en cas de contact de celui-ci avec un métal plus réducteur.
3. Dans l'échelle des potentiels standards, le métal est d'autant plus réducteur que la valeur du potentiel est petite.
4. Le dioxygène est l'oxydant le plus fort.

3e étape : Dégager la problématique

Trouver les métaux qui, au contact du plomb, sont susceptibles de provoquer la formation d'ion plomb (II) dans l'eau.

4e étape : Construire la réponse

• Identifier que le dioxygène est un oxydant pour tous les métaux.
• Comparer le pouvoir réducteur du plomb avec ceux du cuivre et du zinc, à l'aide de l'échelle des potentiels standards.
• Identifier les métaux qui ne présentent pas le risque de voir des ions plomb (II) formés dans l'eau.
• Conclure.

5e étape : Rédiger la réponse en trois paragraphes

• Présenter le contexte et introduire la problématique.

L'ion plomb (II) dans l'eau constitue un danger sanitaire. Sa formation peut être liée à un contact entre une tuyauterie en plomb et un autre métal.
On nous demande de trouver quel métal peut-on utiliser sans danger pour la santé dans le cadre de la rénovation d'une vieille demeure susceptible d'avoir des tuyaux en plomb.

• Mettre en forme la réponse.

Selon l'échelle des potentiels standards d'oxydoréduction :

$$E^0(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) < E^0(Pb^{2+}(aq)/Pb(s))$$

On en déduit que le métal zinc est un réducteur plus fort que le métal plomb.
Il peut donc y avoir une réaction d'oxydoréduction où le dioxygène dissout dans l'eau se réduise sur le métal le moins réducteur, en l'occurrence le plomb, avec formation d'ions plomb (II) issus de l'oxydation du plomb.
Oui, la rénovation peut comporter des risques si le propriétaire de l'habitation utilise des tuyaux en zinc.

• Selon l'échelle des potentiels standards d'oxydoréduction :

$$E^0(Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) > E^0(Pb^{2+}(aq)/Pb(s))$$

On en déduit que le métal cuivre est un réducteur plus faible que le métal plomb.
Le risque n'existe donc pas avec des tuyaux en cuivre.
• En ce qui concerne, la distribution d'eau par la ville, il est souhaitable de demander que les tuyaux en plomb comportent un tube intérieur en polymère organique dans lequel l'eau circule car on ne sait pas avec quels types de métaux, ces tuyaux en plomb sont en contact.

• Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

La rénovation d'une vieille demeure comporte des risques sanitaires si on utilise une tuyauterie en zinc car celle-ci pourrait se retrouver en contact avec d'anciennes canalisations en plomb et donc conduire à la formation d'ion plomb (II) dans l'eau de consommation, dangereux pour la santé. Il faut utiliser des tuyaux en cuivre qui ne présentent pas un tel risque.
Il est aussi justifié que la distribution d'eau par la ville soit réalisée dans des tuyaux en plomb comportant un tube intérieur en polymère, afin d'éviter ce type de problème.

---

22 CORRIGÉ 30 min

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) $Fe^{2+}(aq)$ est un amphotère. Il appartient aux couples oxydant / réducteur suivants :

$$Fe^{3+}(aq) / Fe^{2+}(aq) \text{ et } Fe^{2+}(aq) / Fe(s).$$

1. La réaction d'oxydoréduction

On étudie la réaction entre les ions iodure $I^-(aq)$ et l'eau oxygénée $H_2O_2(aq)$. Ces deux espèces chimiques appartiennent aux couples oxydant / réducteur :

$$I_2(aq) / I^-(aq)$$
$$\text{et } H_2O_2(aq) / H_2O(\ell)$$

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

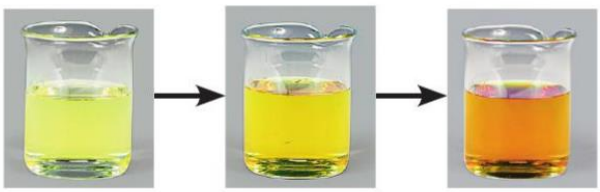
a. Parmi les réactifs, identifier l'oxydant et le réducteur.

b. Établir les demi-équations électroniques des deux couples étudiés. Utiliser le réflexe 1

c. En déduire l'équation de la réaction. Utiliser le réflexe 2

2. Étude de la transformation par spectrophotométrie

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



a. Interpréter l'évolution de la coloration du mélange.

b. 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.

c. 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 $MnO_4^-(aq)$ selon la réaction d'équation :

$$2\ MnO_4^-(aq) + 5\ H_2O_2(aq) + 6\ H^+(aq) \rightarrow 2\ Mn^{2+}(aq) + 5\ O_2(g) + 8\ H_2O(\ell)$$

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

22 CORRIGÉ Les propriétés de l'eau oxygénée (30 min)

1. a. Réducteur : $I^-(aq)$ Oxydant : $H_2O_2(aq)$

b. $I_2(aq) + 2e^- \rightleftarrows 2\ I^-(aq)$

$H_2O_2(aq) + 2\ H^+(aq) + 2e^- \rightleftarrows 2\ H_2O(\ell)$

c.

$$\begin{array}{r} 2\ I^-(aq) \rightleftarrows I_2(aq) + 2e^- \\ H_2O_2(aq) + 2\ H^+(aq) + 2e^- \rightleftarrows 2\ H_2O(\ell) \\ \hline 2\ I^-(aq) + H_2O_2(aq) + 2\ H^+(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2\ H_2O(\ell) \end{array}$$

2. a. L'évolution de la coloration est due à l'oxydation des ions iodure (incolore) par l'eau oxygénée, qui produit du diiode (jaune).

b. $A = k \times C$

$C = A/k = 0{,}38/600 = 6{,}3 \times 10^{-4}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

c. $n_{H_2O_2} = n_{I_2}$ final $= 6{,}3 \times 10^{-4} \times 0{,}100 = 6{,}3 \times 10^{-5}$ mol

3. Car H_2O_2 est à la fois un oxydant dans le couple H_2O_2/H_2O et un réducteur dans le couple O_2/H_2O_2.

---

23 CORRIGÉ 10 min L'encre sympathique

| Exploiter des observations.

PROTOCOLE

- ☑ Sur une feuille, ÉCRIRE un texte avec une plume trempée dans une solution de diiode $I_2(aq)$ 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 $H_2O_2(aq)$ additionnée d'empois d'amidon : le texte réapparaît.

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

Utiliser le réflexe 2

Données

- Une solution de diiode est brune et une solution d'ion iodure $I^-(aq)$ est incolore.
- Le citron contient de l'acide ascorbique de formule $C_6H_8O_6$.
- En présence d'empois d'amidon, une solution contenant du diiode prend une coloration bleue.
- Demi-équations électroniques :

$$C_6H_8O_6(aq) \rightleftarrows C_6H_6O_6(aq) + 2\ H^+(aq) + 2e^-$$
$$I_2(aq) + 2\ e^- \rightleftarrows 2\ I^-(aq)$$
$$H_2O_2(aq) + 2\ e^- + 2\ H^+(aq) \rightleftarrows 2\ H_2O(\ell)$$

23 CORRIGÉ L'endre sympathique (10 min)

$$\begin{array}{r} C_6H_8O_6(aq) \rightleftarrows C_6H_6O_6(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \\ I_2(aq) + 2\ e^- \rightleftarrows 2\ I^-(aq) \\ \hline C_6H_8O_6(aq) + I_2(aq) \rightarrow C_6H_6O_6(aq) + 2\ H^+(aq) + 2\ I^-(aq) \end{array}$$

Le diiode oxyde l'acide ascorbique, $I_2(aq)$ de couleur marron est réduit en ion iodure $I^-(aq)$ qui lui est incolore.

$$\begin{array}{r} 2\ I^-(aq) \rightleftarrows I_2(aq) + 2e^- \\ H_2O_2(aq) + 2\ H^+(aq) + 2e^- \rightleftarrows 2\ H_2O(\ell) \\ \hline 2\ I^-(aq) + 2\ H^+(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow 2\ H_2O(\ell) + I_2(aq) \end{array}$$

L'eau oxygénée, $H_2O_2(aq)$ oxyde les ions iodure $I^-(aq)$ en diiode (marron) $I_2(aq)$. Ce dernier formant un complexe de couleur bleue avec l'amidon qui a été ajouté à l'eau oxygénée, fait réapparaître l'écriture.