

TP**LES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES D'OXYDATION ET DE RÉDUCTION**

Objectifs : Mettre en évidence les réactions spontanées d'oxydoréduction. Appréhender les transferts électroniques et les couples oxydoréducteurs.



Problématique : Une réaction chimique modélise la réorganisation des atomes au cours d'une transformation chimique. Peut-on expliquer davantage les échanges qui ont lieu entre les entités chimiques ?

**I. ÉTUDE DE LA RÉACTION ENTRE LE CALCIUM ET L'ACIDE CHLORHYDRIQUE****Protocole**

- Dans un tube à essai A, introduire un grain de calcium Ca(s) ;
- Ajouter quelques mL d'acide chlorhydrique $H^+(aq) + Cl^-(aq)$;
- Attendre que l'effervescence remplisse de gaz la hauteur du tube ;
- Approcher une allumette enflammée à l'embouchure du tube ;
- Dans un tube à essai B, verser quelques mL de nitrate d'argent ;
- Attendre la fin de l'effervescence du tube A ;
- Prélever quelques gouttes du tube A puis les verser dans le tube B ;
- Dans le tube A, verser quelques gouttes de solution d'ions oxalate.

Tests d'identification

- Les ions calcium $Ca^{2+}(aq)$ forment un précipité blanc avec les ions oxalate ;
- Le dihydrogène $H_2(g)$ produit une détonation quand il est enflammé.
- Les ions chlorure $Cl^-(aq)$ forment un précipité blanc avec les ions argent $Ag^+(aq)$.

**RÉALISER** réaliser un schéma d'expérience**A B C D**

1. Réaliser puis schématiser l'expérience. **APPEL** 🖐️.
2. Dresser la liste des espèces chimiques présentes dans le tube A à la fin des étapes n° 2 puis n° 6 du protocole.
3. Parmi les propositions suivantes, identifier celle qui permet de modéliser la transformation chimique observée :

<input type="checkbox"/> a. $Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow CaCl_2(aq)$	<input type="checkbox"/> b. $Ca(s) + 2Cl^-(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + Cl_2(g)$
<input type="checkbox"/> c. $Ca(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + H_2(g)$	<input type="checkbox"/> d. $Ca^{2+}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow Ca(s) + H_2(g)$

**COMMUNIQUER** rédiger en employant un vocabulaire scientifique rigoureux**A B C D**

4. Rédiger une phrase qui explique comment l'élément calcium s'est transformé en utilisant entre autres les mots suivants : *atome, ion, électrons*. Traduire cette phrase en équation de réaction chimique.
5. Rédiger une phrase qui explique comment l'élément hydrogène s'est transformé en utilisant entre autres les mots suivants : *molécule, ions, électrons*. Traduire cette phrase en équation de réaction chimique.
6. Rédiger un petit paragraphe pour montrer que la transformation chimique étudiée a lieu par échange de particules entre les espèces chimiques. **APPEL** 🖐️.

Couple d'oxydo-réduction

Une demi-équation électronique désigne l'équation chimique qui modélise la perte ou le gain en électrons. On appelle *couple d'oxydoréduction* la donnée des espèces chimiques engagées dans une même demi-équation. L'espèce oxydante de ce couple est l'espèce capable de capter des électrons. L'espèce réductrice du couple est celle capable de céder des électrons. On écrit un couple redox comme suit : (Ox/Red). Exemple : (Fe^{2+}/Fe) ou (Mg^{2+}/Mg) . Une demi-équation dans laquelle le réactif est l'oxydant est une réduction (gain d'électrons). Une demi-équation dans laquelle le réactif est le réducteur est une oxydation (perte d'électrons).

**ANALYSER** organiser les informations extraites**A B C D**

7. Donner les deux couples d'oxydoréduction à l'étude.
8. Identifier pour chaque couple l'espèce oxydante et l'espèce réductrice.
9. Indiquer si la demi-équation de la question 4 est celle d'une oxydation ou d'une réduction. Même question pour la demi-équation de la question 5. **APPEL** 🖐️.

II. ÉTUDE DE LA RÉACTION ENTRE LE CUIVRE ET LES IONS ARGENT

Protocole



- Dans un tube à essai, verser quelques mL d'une solution contenant des ions argent $\text{Ag}^+(\text{aq})$;
- Introduire dans le tube un morceau de tournure de cuivre ;
- Patienter quelques minutes.

Rédiger le compte-rendu de l'étude en réinvestissant les notions et développement employés précédemment.

III. ÉQUATIONS DE RÉACTIONS

Consigne	Exemple
Pour chacune des paires suivantes, établir :	$(\text{Br}_2 / \text{Br})$ et $(\text{Na}^+ / \text{Na})$
➤ la demi-équation électronique de réduction de l' oxydant du premier couple puis ;	$\text{Br}_2 + 2 \text{e}^- = 2 \text{Br}^-$ <i>Chaque molécule de dibrome capte deux électrons</i>
➤ la demi-équation électronique d'oxydation du réducteur du deuxième couple puis ;	$\text{Na} = \text{Na}^+ + \text{e}^-$ <i>Chaque atome de sodium cède un électron</i>
➤ l'équation de la transformation globale d'oxydoréduction entre l'oxydant du premier couple et le réducteur du deuxième.	$\text{Br}_2 + 2 \text{Na} \rightarrow 2 \text{Br}^- + 2 \text{Na}^+$ <i>Deux atomes de sodium cèdent deux électrons qui sont captés par une molécule de dibrome.</i>

1. $(\text{Cu}^{2+} / \text{Cu})$ et $(\text{Zn}^{2+} / \text{Zn})$ *

2. $(\text{Ag}^+ / \text{Ag})$ et $(\text{Fe}^{2+} / \text{Fe})$ *

3. $(\text{H}^+ / \text{H}_2)$ et $(\text{Al}^{3+} / \text{Al})$ **

4. $(\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O})$ en milieu acide, c'est-à-dire avec consommation d'ions H^+ et production d'eau, et $(\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+})$ **

5. $(\text{ClO}^- / \text{Cl}^-)$ en milieu acide et $(\text{Zn}^{2+} / \text{Zn})$ ***

6. $(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+})$ en milieu acide et $(\text{Al}^{3+} / \text{Al})$ ***

Éléments de correction

I.1. Le test à la flamme produit une détonation, caractéristique de la présence de dihydrogène H_2 . Le test à l'oxalate d'ammonium produit un précipité blanc, caractéristique de la présence des ions calcium Ca^{2+} .

I.2. À la fin de l'étape 2, les espèces présentes dans le tube sont $Ca(s)$, $H^+(aq)$ et $Cl^-(aq)$.

À la fin de l'étape 6, les tests nous indiquent que les espèces formées sont le dihydrogène H_2 et les ions calcium Ca^{2+} . Il reste également des ions chlorure $Cl^-(aq)$, un test au nitrate d'argent permet d'observer un précipité blanc

I.3. La bonne équation est celle pour laquelle le calcium $Ca(s)$ et l'acide sont écrits à gauche, car ils sont les réactifs, et les ions calcium Ca^{2+} et le dihydrogène H_2 sont écrits à droite car ils sont les produits. Il s'agit donc de la proposition **c**.

I.4. Lors de la transformation, les atomes de calcium Ca se sont transformés en ions calcium Ca^{2+} en cédant deux électrons : $Ca(s) = Ca^{2+}(aq) + 2e^-$

I.5. Lors de la transformation, les ions hydrogène se sont transformés en molécule de dihydrogène en captant deux électrons : $2 H^+(aq) + 2e^- = H_2(g)$

I.6. La transformation étudiée peut être modélisée par une réaction d'échange d'électrons entre le calcium et les ions hydrogène : les deux électrons cédés par le calcium sont captés par les ions hydrogène. La libération des électrons par le calcium conduit à la formation des ions calcium ; leur capture par les ions hydrogène conduit à la formation de dihydrogène.

I.7. Les deux couples sont $(Ca^{2+}(aq)/Ca(s))$ et $(H^+(aq)/H_2(g))$.

I.8. Les ions calcium sont oxydants (ils peuvent capter des électrons), le calcium est réducteur (il peut céder des électrons). Les ions hydrogène sont oxydants, ils peuvent capter des électrons, le dihydrogène est réducteur, il peut céder des électrons.

I.9. À la question 4, la demi-équation électronique est celle d'une oxydation (une espèce réductrice est oxydée pour former l'espèce oxydante conjuguée et libérer des électrons).

À la question 5, la demi-équation électronique est celle d'une réduction (une espèce oxydante est réduite pour former l'espèce réductrice conjuguée en captant des électrons).

II. Espèces initialement en présence : $Cu(s)$ et $Ag^+(aq)$, et $NO_3^-(aq)$.

On observe la formation d'un solide métallique : c'est de l'argent $Ag(s)$, et la solution se colore en bleu, caractéristique de la présence d'ions cuivre Cu^{2+} .

Couples : (Cu^{2+}/Cu) et (Ag^+/Ag) .

Demi-équations électroniques : $Cu(s) = Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ et $Ag^+(aq) + e^- = Ag(s)$

Le cuivre solide subit une oxydation, les ions argent subissent une réduction.

Équation de la réaction : $Cu(s) + 2 Ag^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2 Ag(s)$

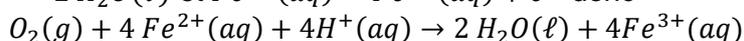
III.

1. $Cu^{2+}(aq) + 2e^- = Cu(s)$ et $Zn(s) = Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ donc $Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$

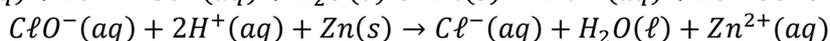
2. $Ag^+(aq) + e^- = Ag(s)$ et $Fe(s) = Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ donc $2 Ag^+(aq) + Fe(s) \rightarrow 2 Ag(s) + Fe^{2+}(aq)$

3. $2 H^+(aq) + 2e^- = H_2(g)$ et $Al(s) = Al^{3+}(aq) + 3e^-$ donc $6 H^+(aq) + 2 Al(s) \rightarrow 3 H_2(g) + 2 Al^{3+}(aq)$

4. $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- = 2 H_2O(\ell)$ et $Fe^{2+}(aq) = Fe^{3+}(aq) + e^-$ donc



5. $ClO^-(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- = Cl^-(aq) + H_2O(\ell)$ et $Zn(s) = Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ donc



6. $MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- = Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(\ell)$ et $Al(s) = Al^{3+}(aq) + 3e^-$ donc

