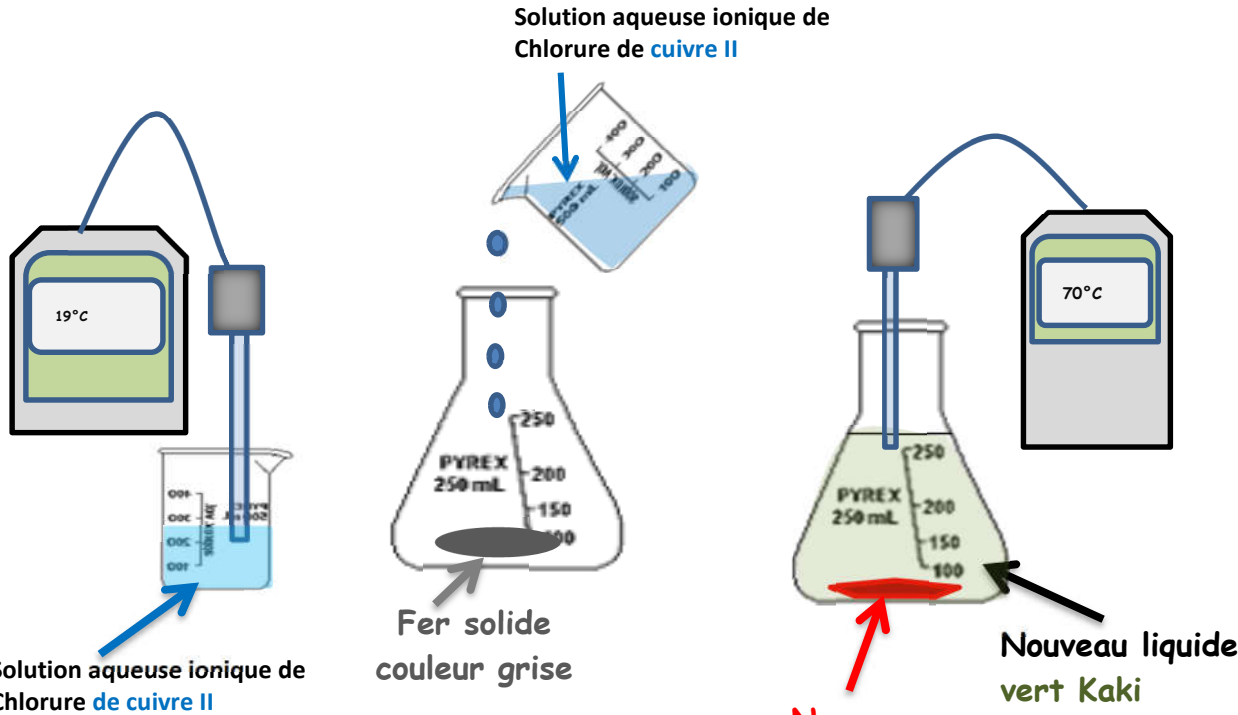


3^{ème} Cours de chimie : 1^{ère} partie Piles électrochimiques. / /

Réaction entre le Fer solide et le Chlorure de cuivre II



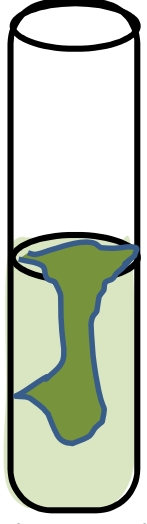
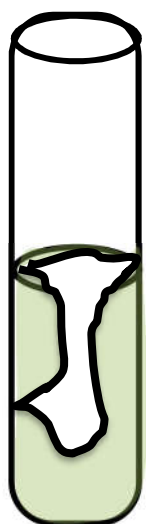
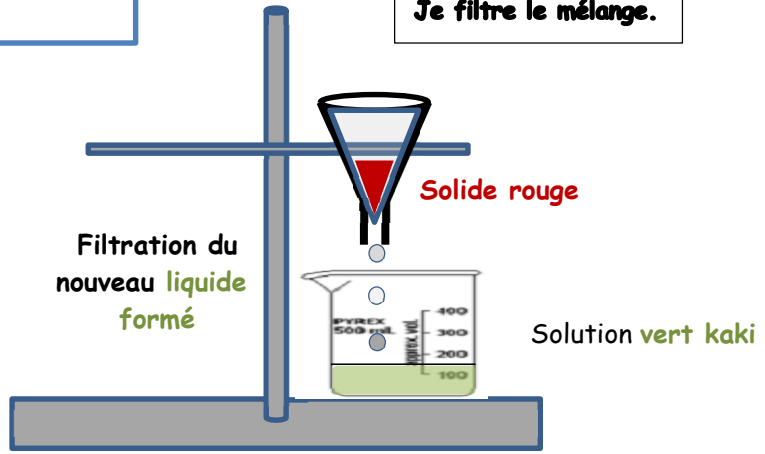
Etape n°1 :
Je mesure la température
du Chlorure de cuivre.

Etape n°2 :
Je verse du Chlorure
de cuivre sur le fer
solide.

Etape n°3 : J'attends quelques minutes.
Je note mes observations.
Je note la température.

Etape n°5 :
J'identifie l'ion
formé en en
effectuant le test à
la soude et au
nitrate d'argent.

Etape n°4 :
Je filtre le mélange.



Réactifs

Produits

- Les réactifs sont :
- La solution de chlorure de cuivre II
 - Le fer solide

- Les produits sont :
- La solution de chlorure de fer II
 - Le cuivre solide

Précipité
blanc

Précipité
vert

Questions :

1^{ère} partie.

1. La solution de chlorure de cuivre est bleue.

a) On effectue le test à la soude.

Tu observes un précipité bleu.

→ Quel est l'ion identifié et sa formule ?

→ Quel est l'ion responsable de la couleur bleue du chlorure de cuivre ?

b) On effectue le test au nitrate d'argent.

Tu observes un précipité blanc.

→ Quel est l'ion identifié et sa formule ?

c) Donne la formule de la solution de chlorure de cuivre II.

3 a) A quelle famille appartient le fer ?

b) Si on observe la poudre de fer avec un microscope permettant de faire un grossissement de plus de 1 million de fois, que va-t-on observer ?

c) Que contient la poudre de fer, et quelle est la formule chimique du fer ?

4. Que constate-t-on après quelques minutes dans l'erlenmeyer ?

5. Rappelle la définition d'une transformation chimique et décris simplement ce qui se passe lors de celle-ci.

6. Tu as mélangé du chlorure de cuivre et du fer solide.

→ Y-a-t-il eu une transformation chimique ? Justifie.

7. a) Quelle est la couleur du nouveau solide formé ?

b) Quel est le nom et la formule du nouveau métal formé ?

Indices : on fait des casseroles avec ce métal, on trouve ce métal dans les câbles.

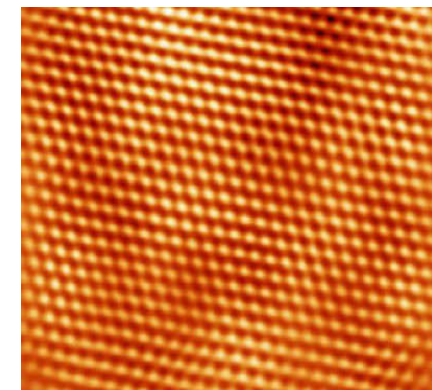
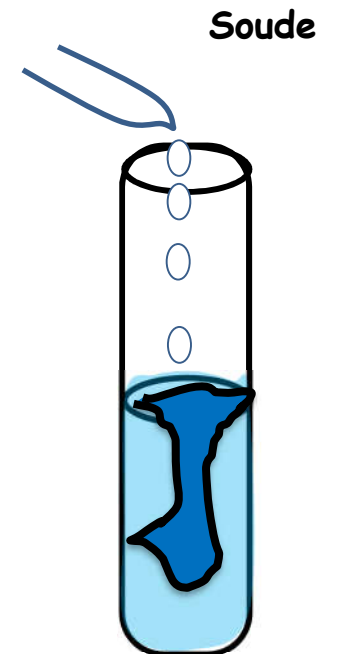
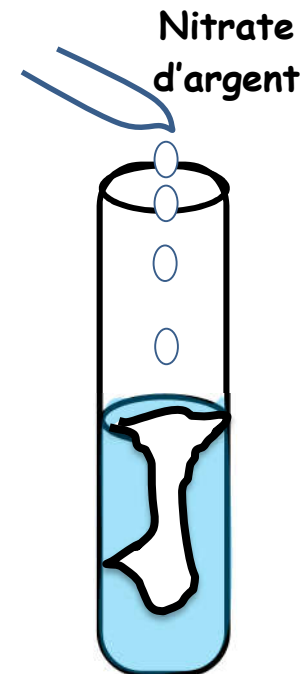


Image obtenue à l'aide d'un microscope : l'or

Questions :

Suite de la 1^{ère} partie.

8. a) Quelle est la couleur du nouveau liquide formé ?
b) On effectue le test à la soude.
Tu observes un précipité vert kaki.
→ Quel est l'ion identifié et sa formule ?
→ Quel est l'ion responsable de la couleur verte du nouveau liquide ?
b) On effectue le test au nitrate d'argent.
Tu observes un précipité blanc.
→ Quel est l'ion identifié et sa formule ?
c) Donne la formule chimique du nouveau liquide ?

2^{ème} partie :

1. Quels sont les réactifs de cette transformation chimique ?
2. Quels sont les produits de cette transformation chimique ?
3. Ecris l'équation de cette transformation chimique :
a) avec les noms des réactifs et des produits.
b) avec les formules des réactifs et des produits.

Bilan :

4. Qu'est-il arrivé au chlorure de cuivre II ?
5. Qu'est-il arrivé au fer solide ?
6. Que se passe-t-il au niveau atomique et ionique lorsque l'on mélange du fer solide et du chlorure de cuivre II ?

<https://www.researchgate.net/publication/260518457> Investigation of the Surface Potential on Iron Nanoparticles During the Corrosion by Atomic Force Microscopy AFM and Kelvin Probe Force Microscopy KFM

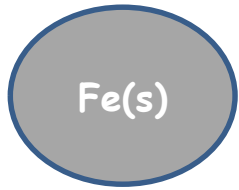
<https://www.nature.com/articles/ncomms14313> AFM Water molécules

<http://culturesciences.chimie.ens.fr/la-microscopie-%C3%A0-force-atomique-pour-lobservaion-de-mol%C3%A9cules-avec-une-r%C3%A9solution-atomique>

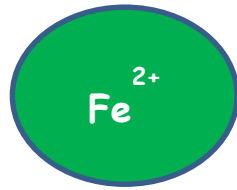
<https://www.lise.upmc.fr/spm> AFM et STM

<https://www.cnrs.fr/cnrs-images/physiqueaulyce/iatome.html> AFM atomes d'or

<https://www.science-et-vie.com/archives/l-invention-des-nanotechnologies-13858> microscopie

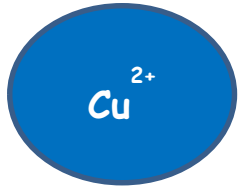


Perd 2 électrons

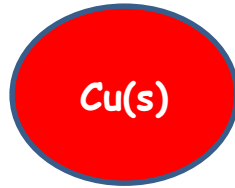


Le **fer solide** disparaît

Les ions **Fe²⁺** se forment.
Formation d'un précipité **vert** quand on verse de la soude



Gagne 2 électrons



Les ions **Cu²⁺** disparaissent

Le **cuivre solide** se forme car la couleur **rouge** apparaît.

Les ions **Cu²⁺** identifiés avec le test à la soude.

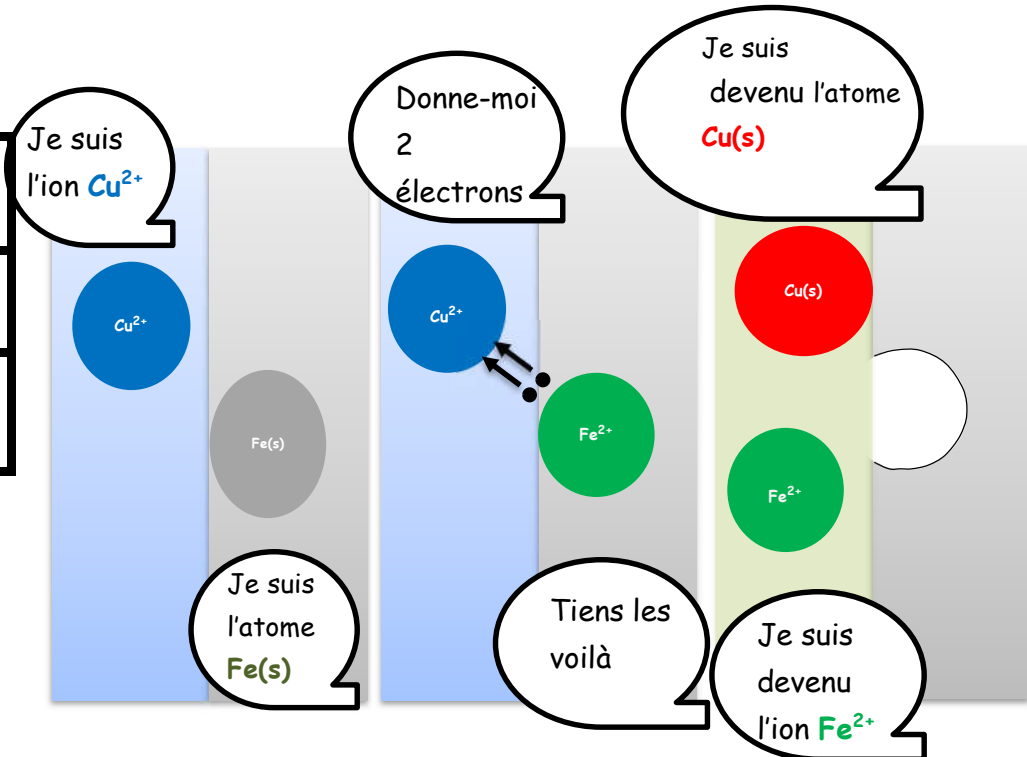
Formation d'un précipité **bleu**

- La poudre grise **disparaît**.
- Les atomes de **fer Fe(s)** disparaissent. Ils perdent 2 électrons, pour **se transformer** en des ions **Fe²⁺**.

- Le liquide bleu **disparaît** donc les ions **cuivre II Cu²⁺** disparaissent.
- Les ions **cuivre II Cu²⁺** gagnent 2 électrons, pour **se transformer** en atomes de **cuivre solide Cu(s)**

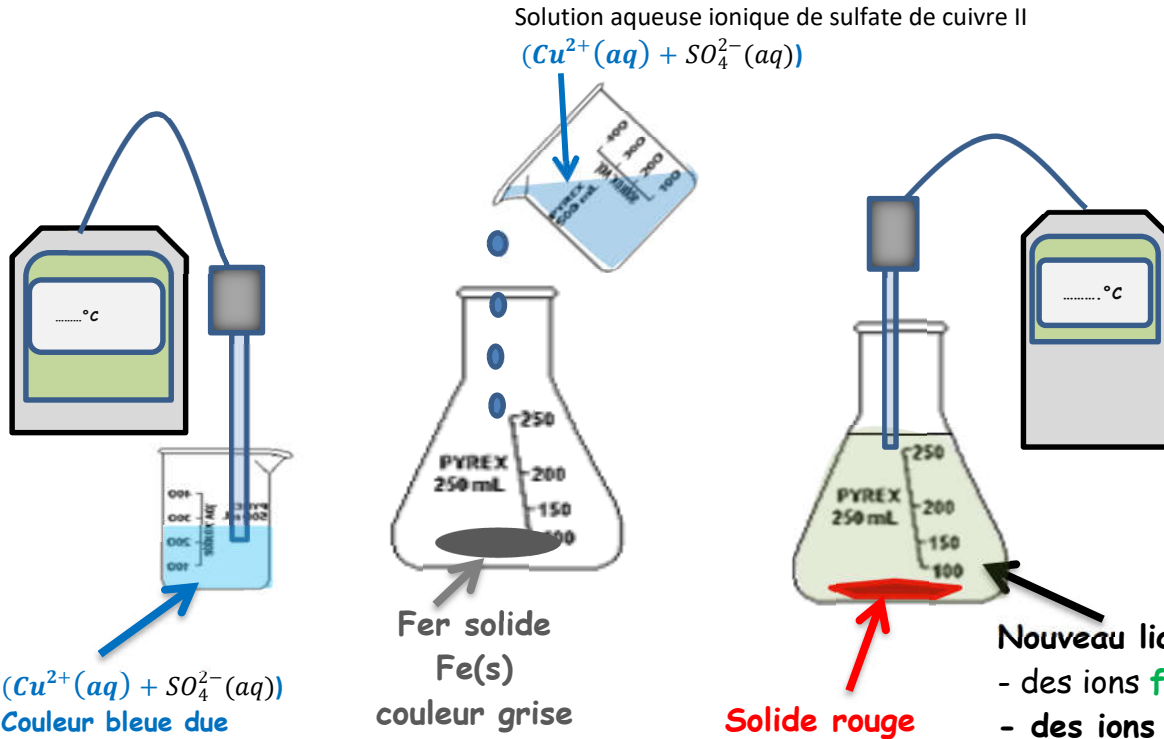
Réactifs	Produits
Fer solide + Sulfate de cuivre II	Cuivre solide + sulfate de fer II
Fe(s) + Cu ²⁺ (aq) + SO ₄ ²⁻ (aq)	Cu(s) + Fe ²⁺ (aq) + SO ₄ ²⁻ (aq)

- Il y a un **échange direct** de 2 électrons entre les ions **cuivre II Cu²⁺** et les atomes **fer solide Fe(s)**.
- **L'énergie chimique est transformée en énergie thermique.**



3^{ème} Cours de chimie : 1^{ère} partie Piles électrochimiques. / /

Réaction entre le Fer solide et le sulfate de cuivre II



Etape n°1 :
Je mesure la température du sulfate de cuivre $CuSO_4$.

Etape n°2 :
Je verse $CuSO_4$ sur le fer solide.

Réactifs

Les réactifs sont :

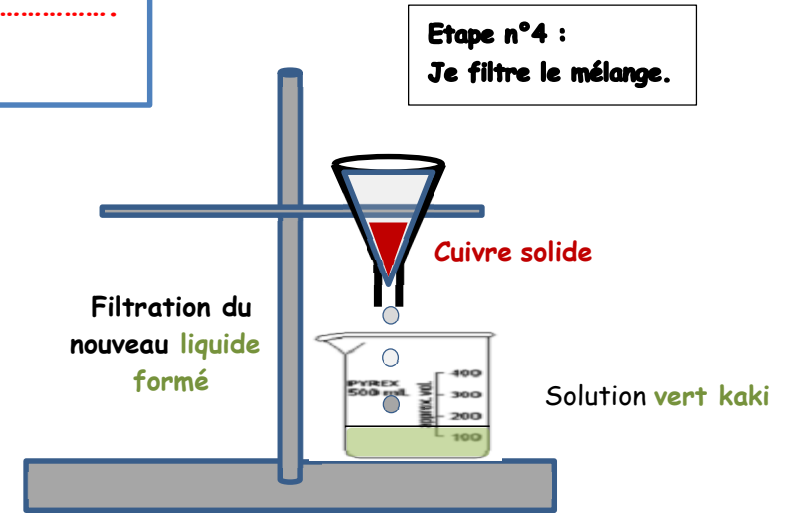
- La solution de sulfate de cuivre II
- Le fer solide

Etape n°3 :
Je note mes observations.
Je note la température après quelques minutes.

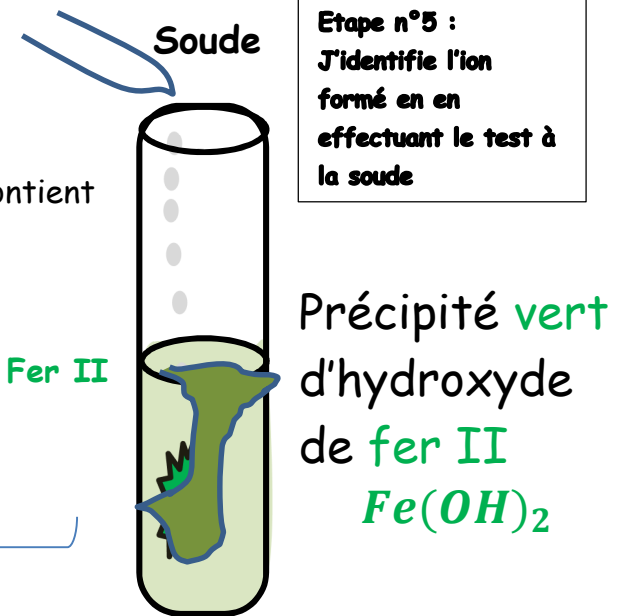
Produits

Les produits sont :

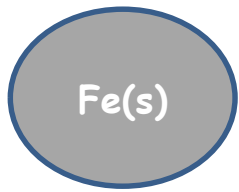
- La solution de sulfate de fer II
- Le cuivre solide



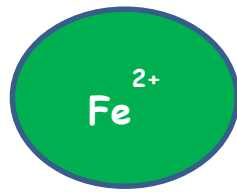
Etape n°5 :
J'identifie l'ion formé en effectuant le test à la soude



Ion fer II $Fe^{2+}(aq)$
Identifiés.

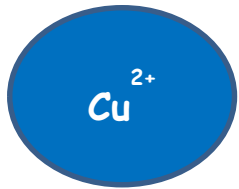


Perd 2 électrons

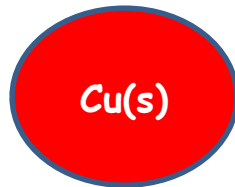


Le **fer solide** disparaît

Les ions **Fe²⁺** se forment.
Formation d'un précipité **vert** quand on verse de la soude



Gagne 2 électrons



Les ions **Cu²⁺** disparaissent

Le **cuivre solide** se forme car la couleur **rouge** apparaît.

Les ions **Cu²⁺** identifiés avec le test à la soude.

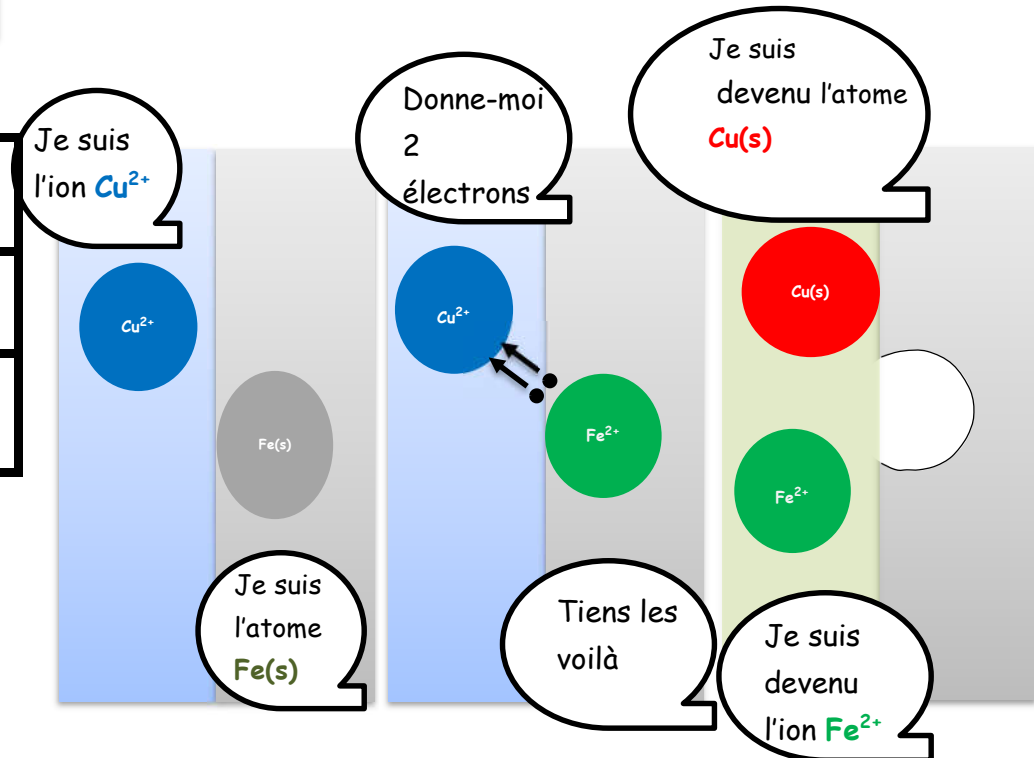
Formation d'un précipité **bleu**

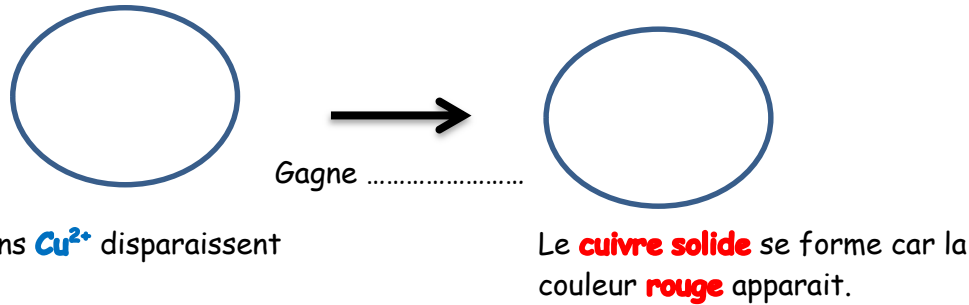
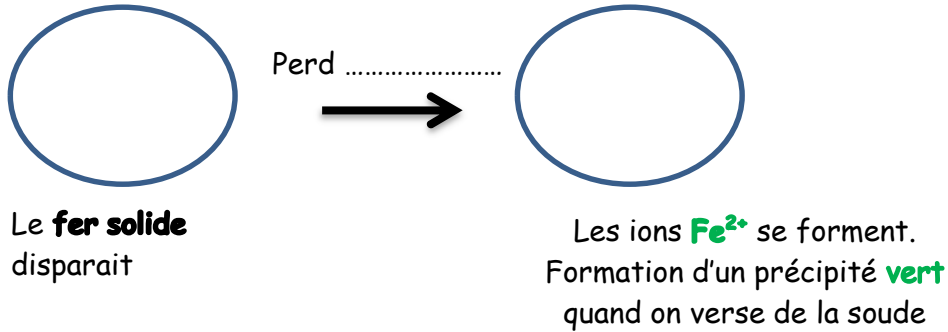
- La poudre grise **disparaît**.
- Les atomes de **fer Fe(s)** disparaissent. Ils perdent 2 électrons, pour **se transformer** en des ions **Fe²⁺**.

- Le liquide bleu **disparaît** donc les ions **cuivre II Cu²⁺** disparaissent.
- Les ions **cuivre II Cu²⁺** gagnent 2 électrons, pour **se transformer** en atomes de **cuivre solide Cu(s)**

Réactifs	Produits
Fer solide + Sulfate de cuivre II	Cuivre solide + sulfate de fer II
Fe(s) + Cu ²⁺ (aq) + SO ₄ ²⁻ (aq)	Cu(s) + Fe ²⁺ (aq) + SO ₄ ²⁻ (aq)

- Il y a un **échange direct** de 2 électrons entre les ions **cuivre II Cu²⁺** et les atomes **fer solide Fe(s)**.
- **L'énergie chimique est transformée en énergie thermique.**





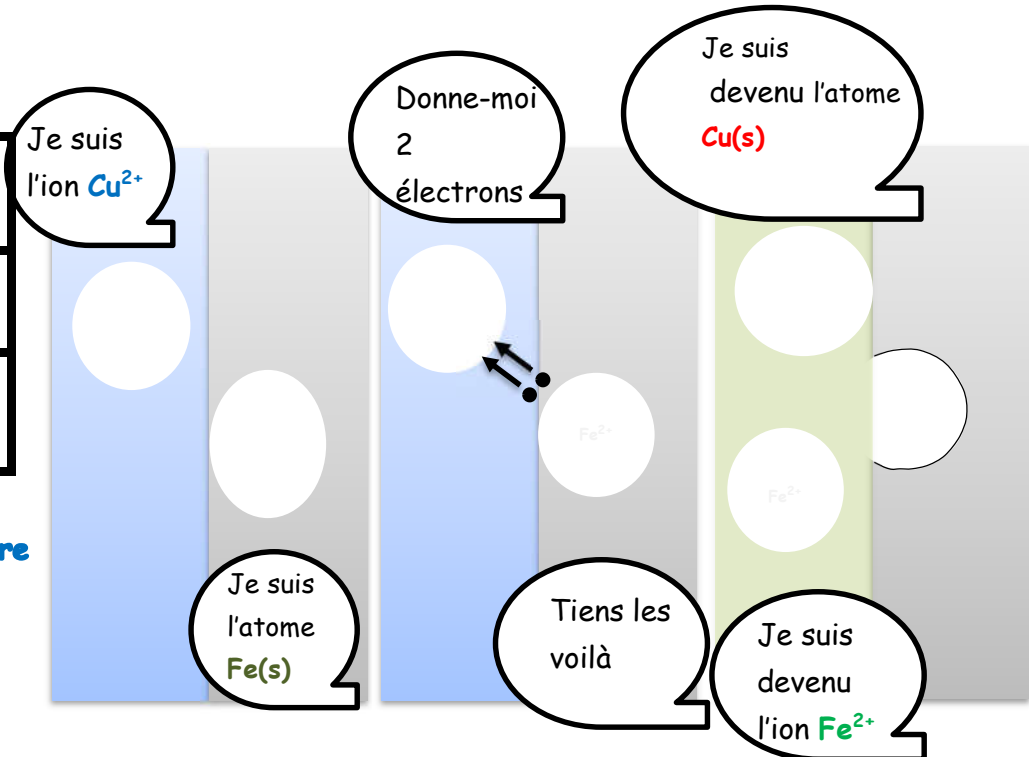
Les ions **Cu²⁺** identifiés avec le test à la soude.
Formation d'un précipité **bleu**

→ La poudre grise
→ Les atomes de **fer Fe(s)** Ils **2 électrons**, pour **se** en des ions **Fe²⁺**.

→ Le liquide bleu donc les ions **cuivre II Cu²⁺**
→ Les ions **cuivre II Cu²⁺** **2 électrons**, pour **se** en atomes de **cuivre solide Cu(s)**

Réactifs	Produits
.....(s) +(aq) + SO ₄ ²⁻ (aq)(s) +(aq) + SO ₄ ²⁻ (aq)

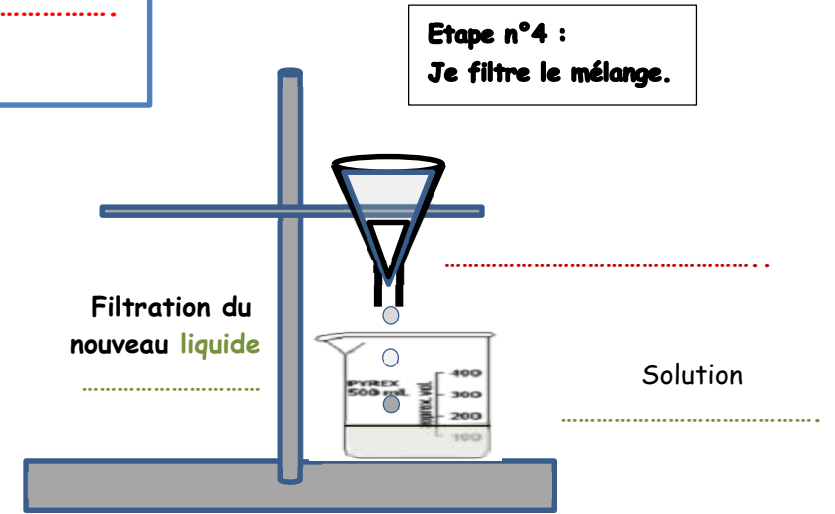
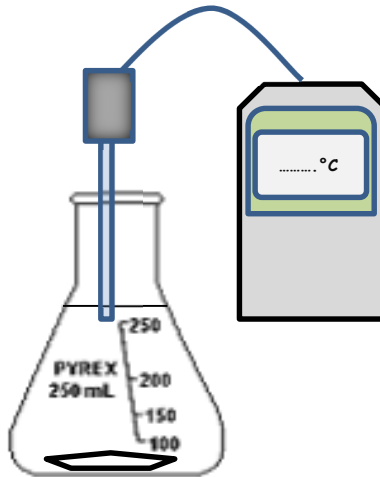
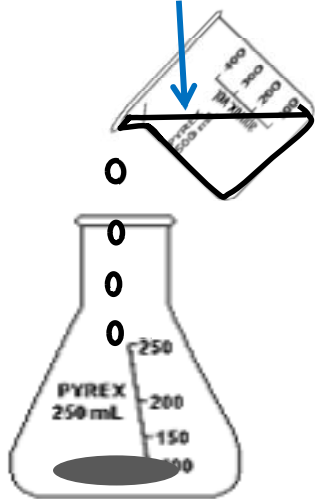
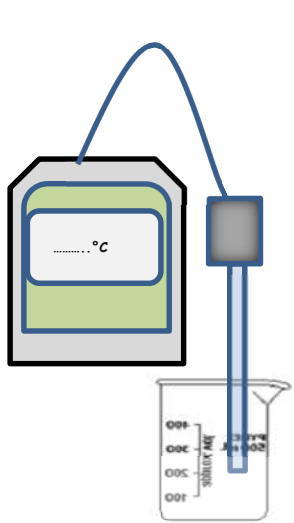
→ Il y a un de entre les ions **cuivre II Cu²⁺** et les atomes **fer solide Fe(s)**.
→ L'énergie est transformée en thermique.



3^{ème} Cours de chimie : 1^{ère} partie Piles électrochimiques. / /

Réaction entre le Fer solide et le sulfate de cuivre II

Solution aqueuse ionique de sulfate de cuivre II
 (... .. (aq) + SO₄²⁻ (aq))



Etape n°4 :
Je filtre le mélange.

Filtration du nouveau liquide

Solution

Fer solide
 (s)
 couleur

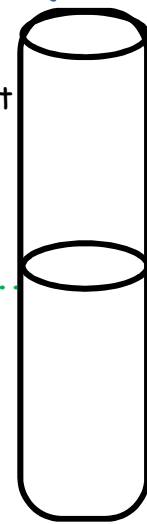
(... .. (aq) + SO₄²⁻ (aq))
 Couleur due
 aux ions Cu²⁺

Nouveau liquide qui contient
 - des ions (aq)
 - des ions sulfate SO₄²⁻ (aq)
 Nom du nouveau liquide :
 Solution aqueuse de Sulfate de

Etape n°3 :
 Je note mes observations.
 Je note la température après quelques minutes.

Etape n°5 :
 J'identifie l'ion
 formé en en
 effectuant le test à
 la soude

Soude



Précipité
 d'hydroxyde
 de
 Fe(OH)₂

Réactifs

Produits

Ion (aq)
 identifiés

Etape n°1 :
Je mesure la température
du sulfate de cuivre CuSO₄.

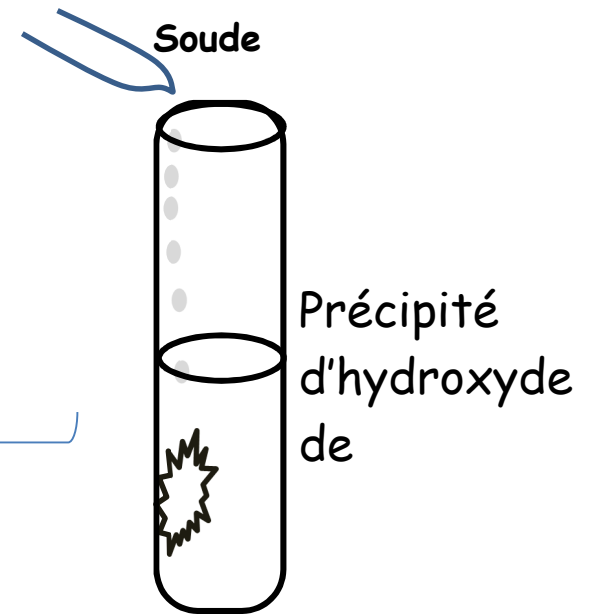
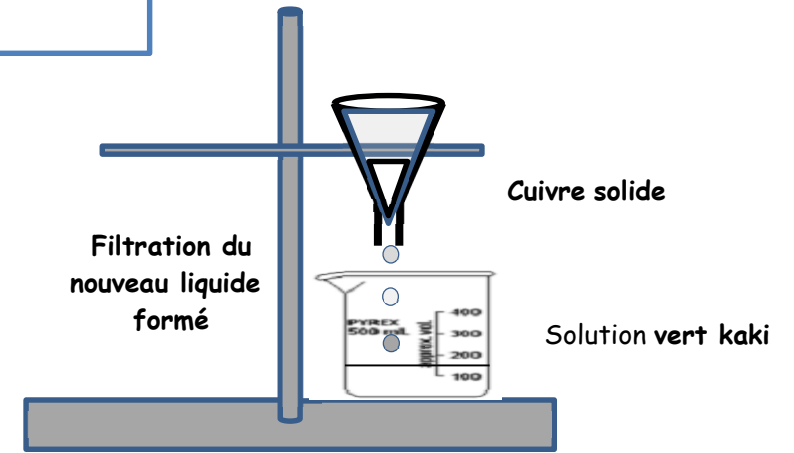
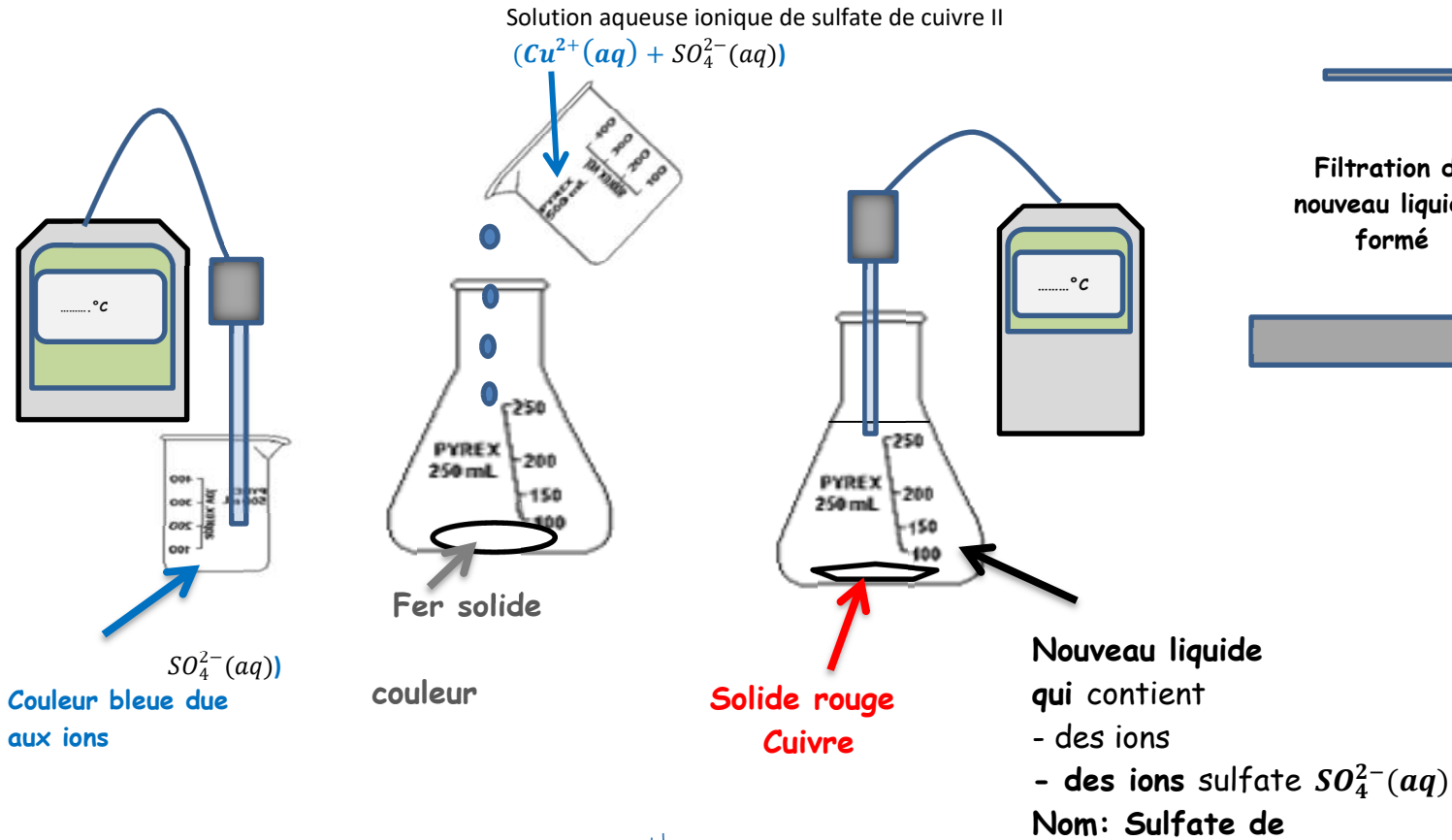
Etape n°2 :
Je verse CuSO₄ sur le
fer solide.

- Les réactifs sont :
- La solution de sulfate de cuivre II
 - Le fer solide

- Les produits sont :
- La solution de sulfate de fer II
 - Le cuivre solide

3^{ème} Cours de chimie : Piles électrochimiques.

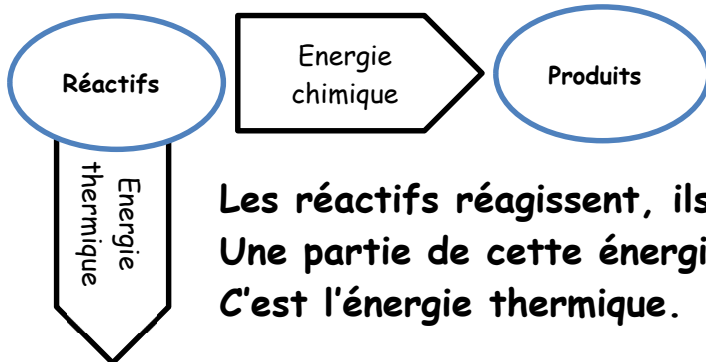
Réaction entre le Fer solide et le sulfate de cuivre II



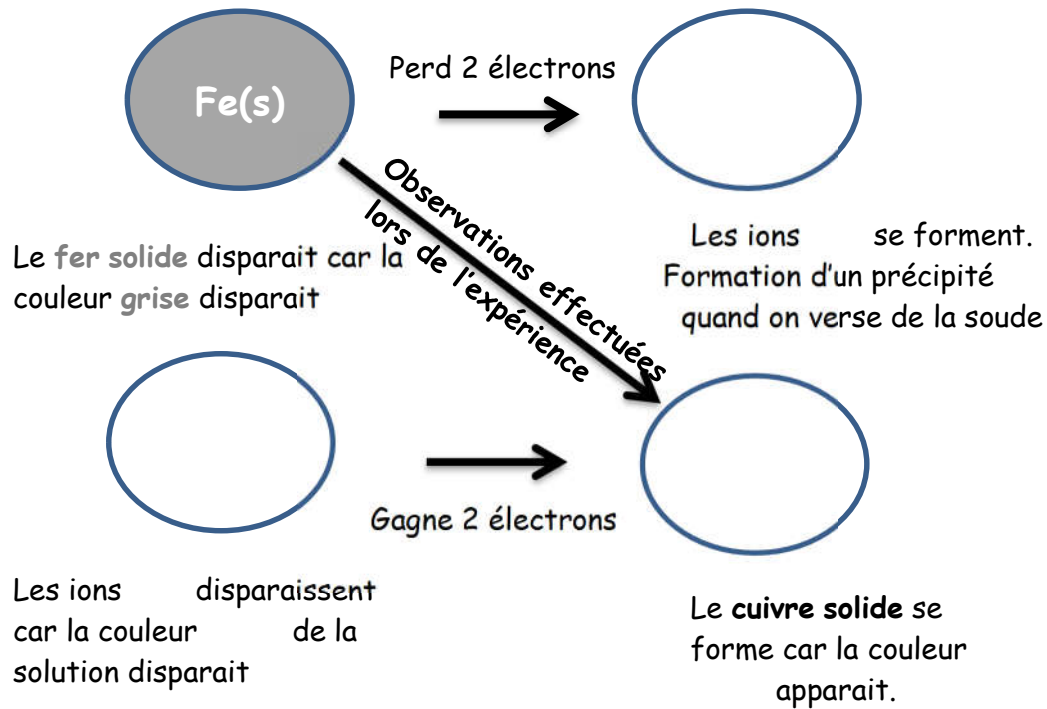
Ion
Mis en évidence

Réactifs

Produits



Les réactifs réagissent, ils libèrent de l'énergie chimique.
Une partie de cette énergie est dissipée sous forme de chaleur :
C'est l'énergie thermique.



Les ions identifiés avec le test à la soude.
Formation d'un précipité

Réactifs	Produits
Fer solide + Sulfate de cuivre II	Cuivre solide + sulfate de fer II

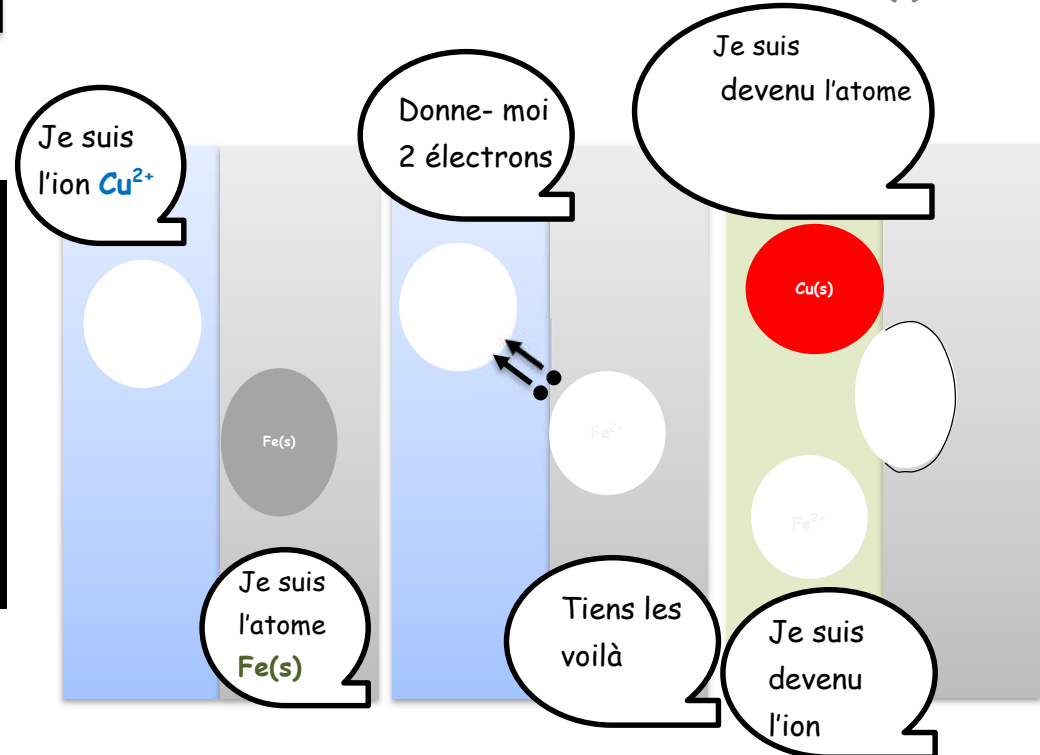
Les réactifs disparaissent, ils sont consommés

Les produits apparaissent, ils se forment.

→ Les atomes de fer $Fe(s)$ perdent 2 électrons, ils se transforment en des ions Fe^{2+} .

→ Les ions cuivre II Cu^{2+} gagnent 2 électrons, ils se transforment en cuivre solide $Cu(s)$

→ Il y a un échange direct de 2 électrons entre les ions cuivre II Cu^{2+} et les atomes fer solide $Fe(s)$



3^{ème} Cours de chimie : Piles électrochimiques.

Réaction entre le Fer solide et le sulfate de cuivre II

Solution aqueuse ionique de sulfate de cuivre II
 $(Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq))$

Etape n°1 :
Je mesure la température du sulfate de cuivre $CuSO_4$.

Etape n°2 :
Je verse $CuSO_4$ sur le fer solide.

Etape n°3 :
Je note mes observations.
Je note la température après quelques minutes.

Etape n°4 :
Je filtre le mélange.

Etape n°5 :
J'identifie l'ion formé en effectuant le test à la soude

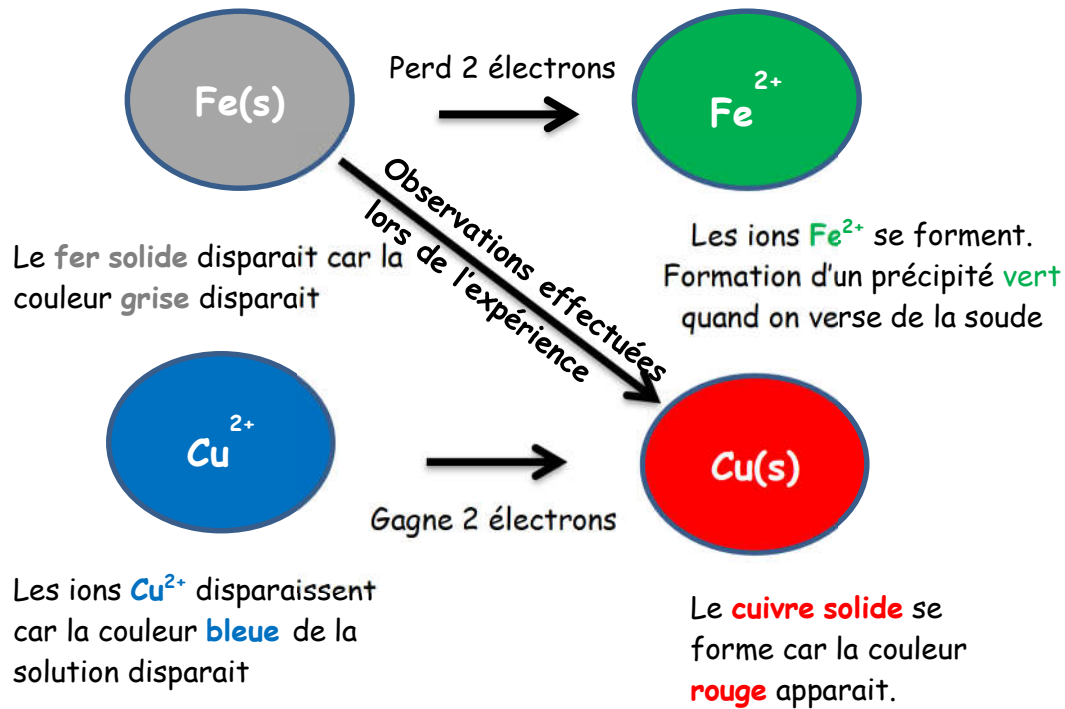
Réactifs
Fer solide $Fe(s)$ couleur grise
Couleur bleue due aux ions Cu^{2+}
 $(Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq))$

Produits
Nouveau liquide vert Kaki qui contient
- des ions fer II $Fe^{2+}(aq)$
- des ions sulfate $SO_4^{2-}(aq)$
Nom du nouveau liquide:
Solution aqueuse de Sulfate de Fer II
Solide rouge
Cuivre $Cu(s)$

Précipité vert d'hydroxyde de fer II
 $Fe(OH)_2$

Ion fer II $Fe^{2+}(aq)$
Mis en évidence

Énergie chimique
Les réactifs réagissent, ils libèrent de l'énergie chimique.
Une partie de cette énergie est dissipée sous forme de chaleur :
C'est l'énergie thermique.



Les ions Cu^{2+} identifiés avec le test à la soude.
Formation d'un précipité bleu

Réactifs	Produits
Fer solide + Sulfate de cuivre II $\text{Fe(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	Cuivre solide + sulfate de fer II $\text{Cu(s)} + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

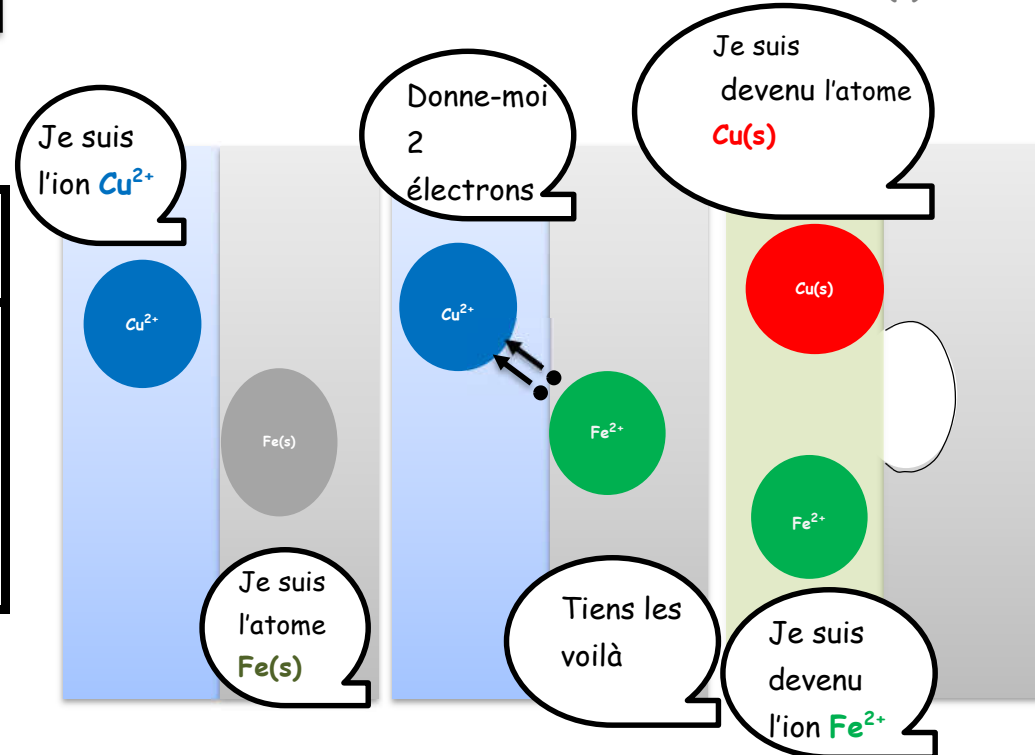
Les réactifs disparaissent, ils sont consommés

Les produits apparaissent, ils se forment.

→ Les atomes de fer Fe(s) perdent 2 électrons, ils se transforment en ions Fe^{2+} .

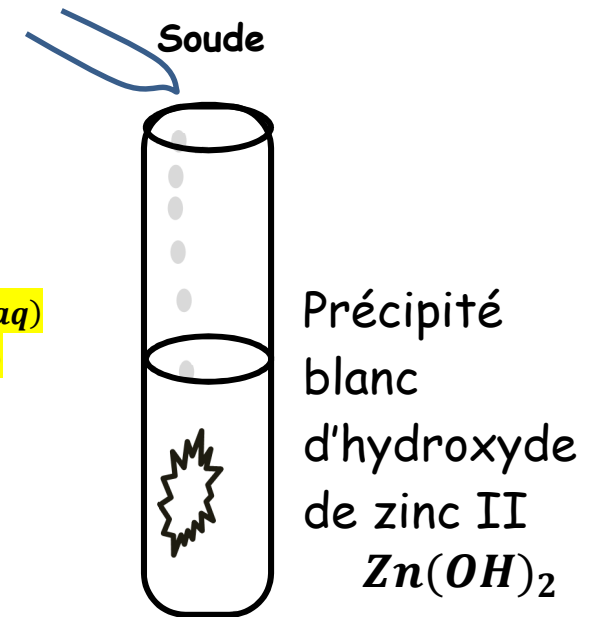
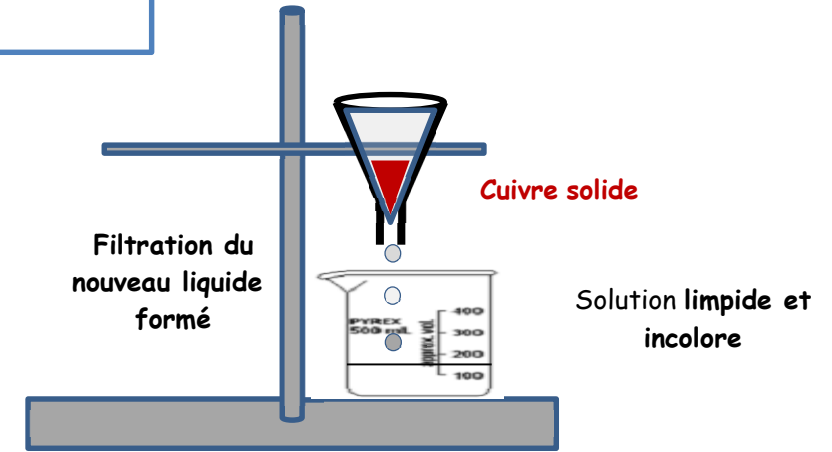
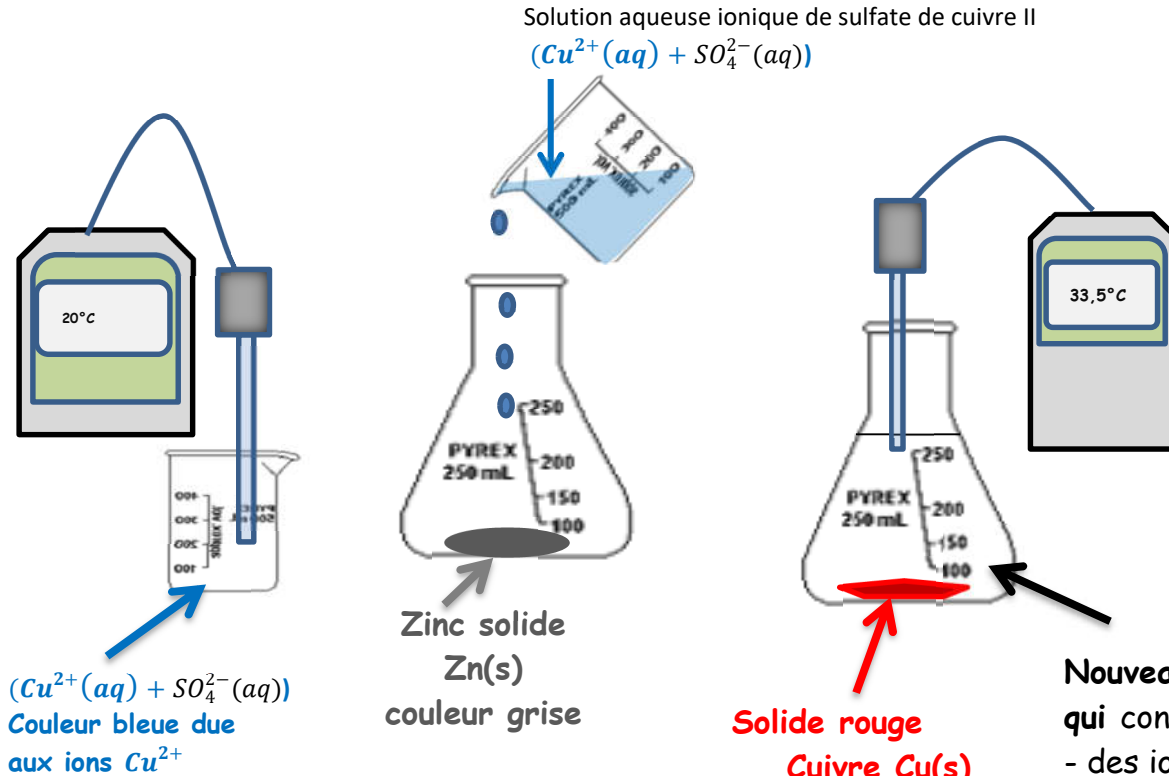
→ Les ions cuivre II Cu^{2+} gagnent 2 électrons, ils se transforment en cuivre solide Cu(s)

→ Il y a un échange direct de 2 électrons entre les ions cuivre II Cu^{2+} et les atomes fer solide Fe(s)



3^{ème} Cours de chimie : Piles électrochimiques.

Réaction entre le zinc solide et le sulfate de cuivre II



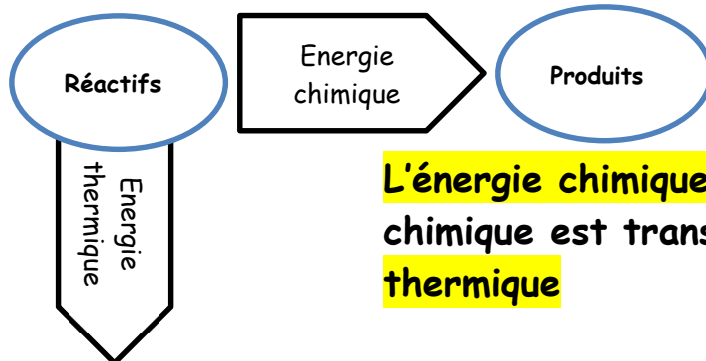
Nouveau liquide incolore qui contient

- des ions zinc II $Zn^{2+}(aq)$
- des ions sulfate $SO_4^{2-}(aq)$

Nom: Sulfate de zinc II

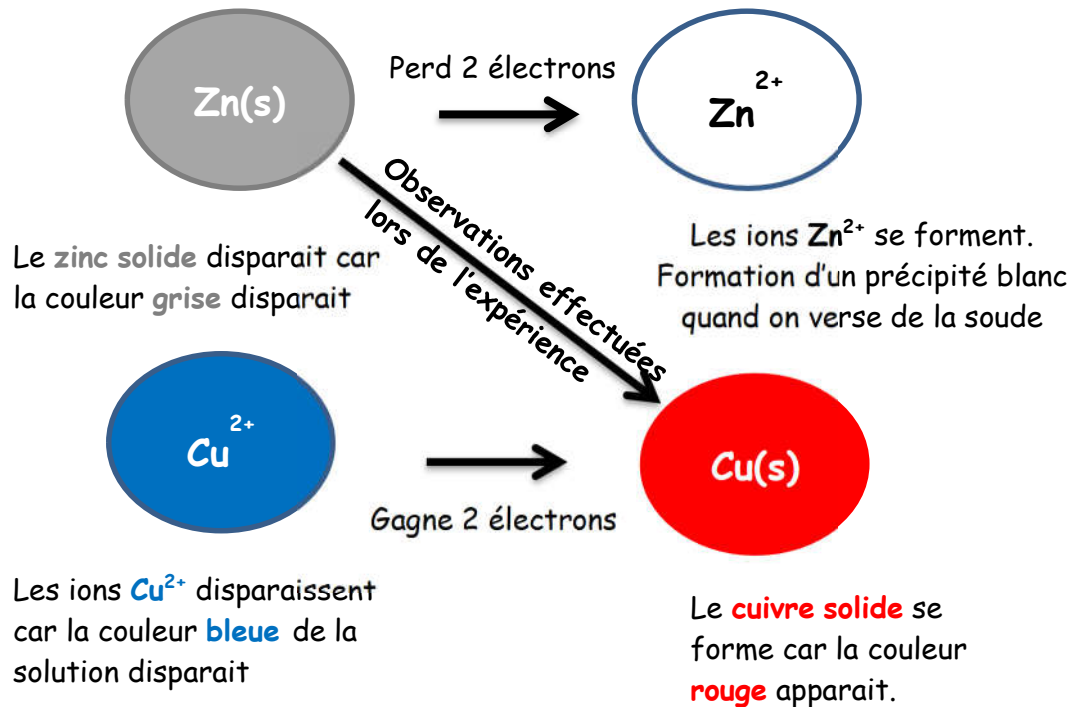
Réactifs

Produits



L'énergie chimique de la transformation chimique est transformée en énergie thermique

Ion zinc II $Zn^{2+}(aq)$
Mis en évidence



Les ions Cu^{2+} identifiés avec le test à la soude. Formation d'un précipité bleu

Réactifs	Produits
Zinc solide $Zn(s)$ + Solution aqueuse Sulfate de cuivre II $Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$	Solution aqueuse de sulfate de zinc II $Zn^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$ + Cuivre solide $Cu(s)$

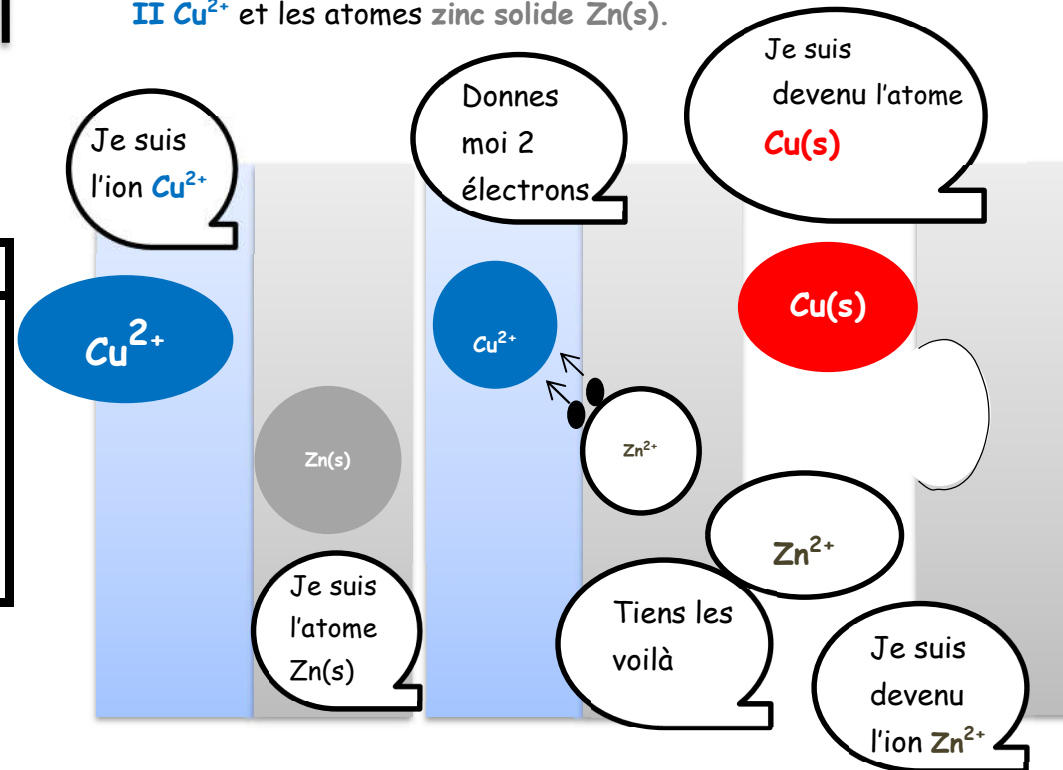
Les réactifs disparaissent, ils sont consommés

Les produits apparaissent, ils se forment.

→ Les atomes de zinc $Zn(s)$ perdent 2 électrons, ils se transforment en ions Zn^{2+} .

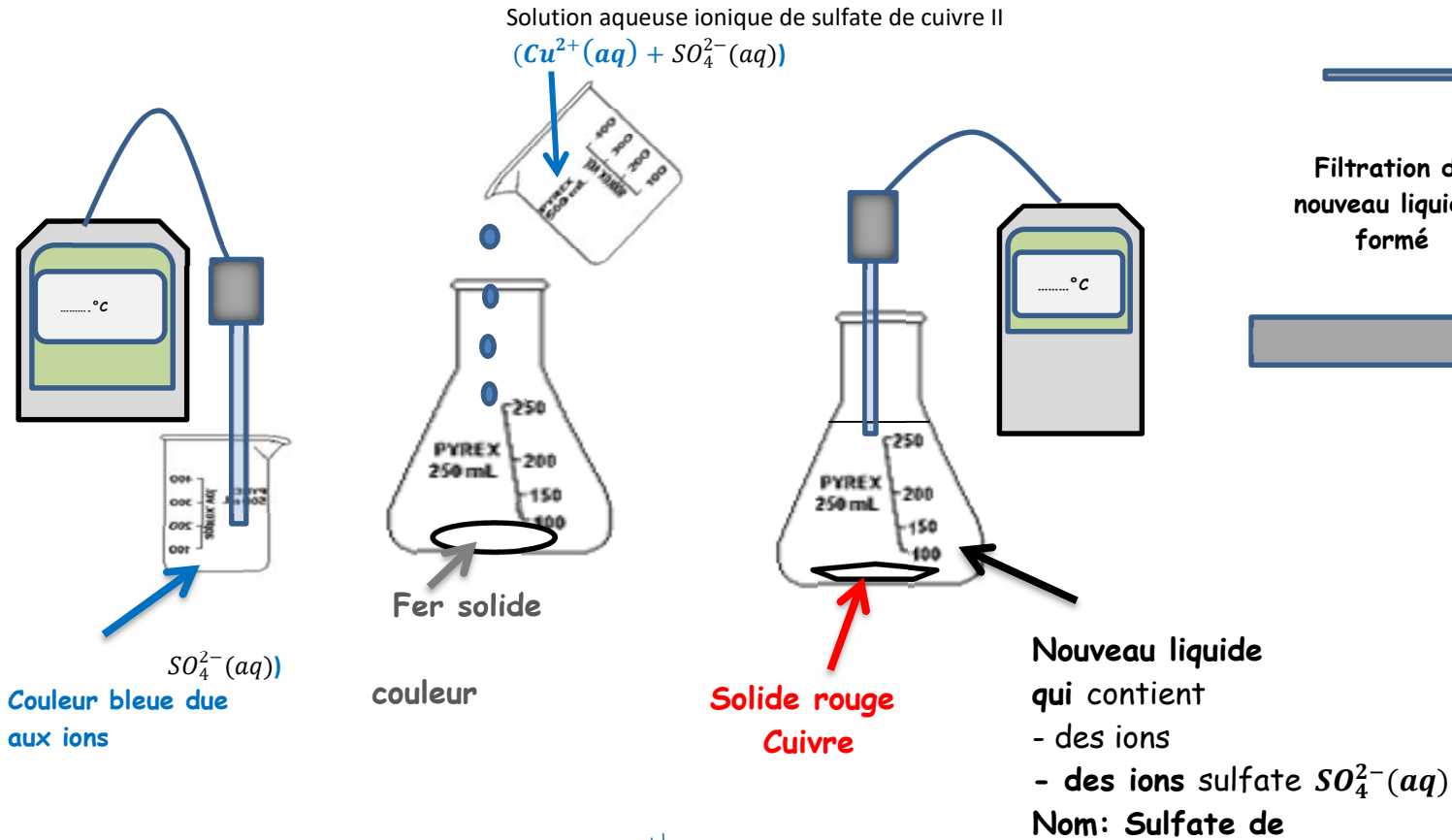
→ Les ions cuivre II Cu^{2+} gagnent 2 électrons, ils se transforment en cuivre solide $Cu(s)$

→ Il y a un échange direct de 2 électrons entre les ions cuivre II Cu^{2+} et les atomes zinc solide $Zn(s)$.



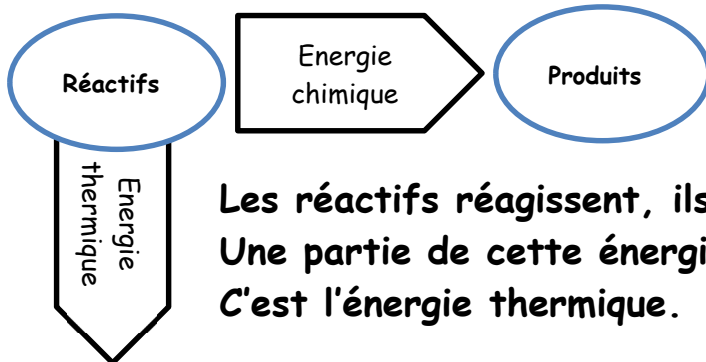
3^{ème} Cours de chimie : Piles électrochimiques.

Réaction entre le Fer solide et le sulfate de cuivre II

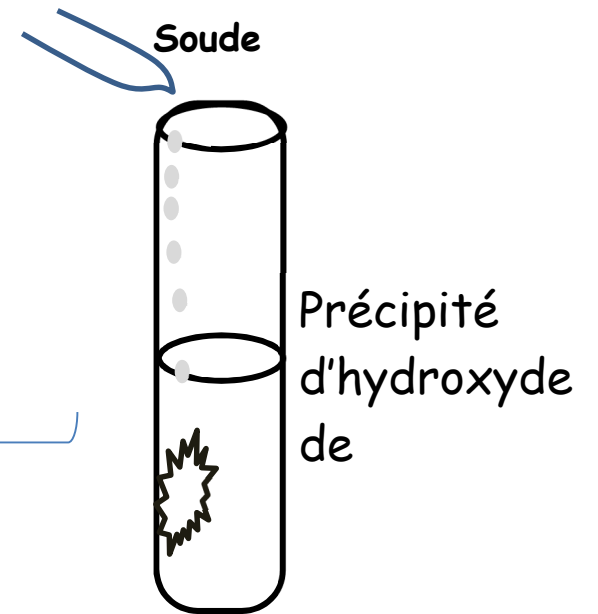
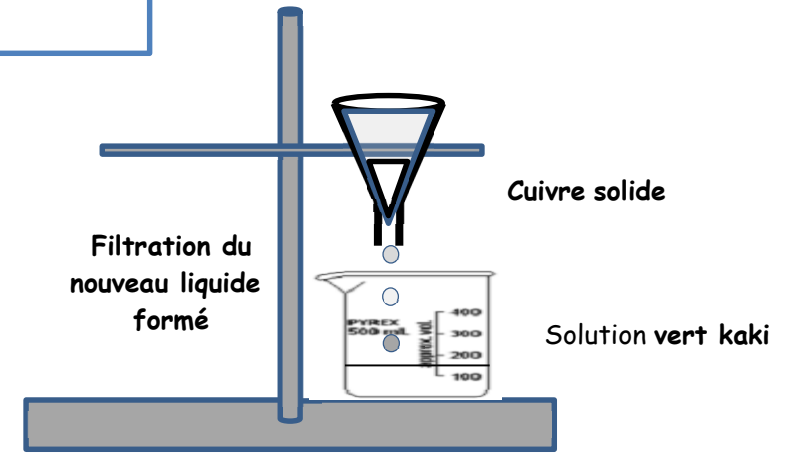


Réactifs

Produits

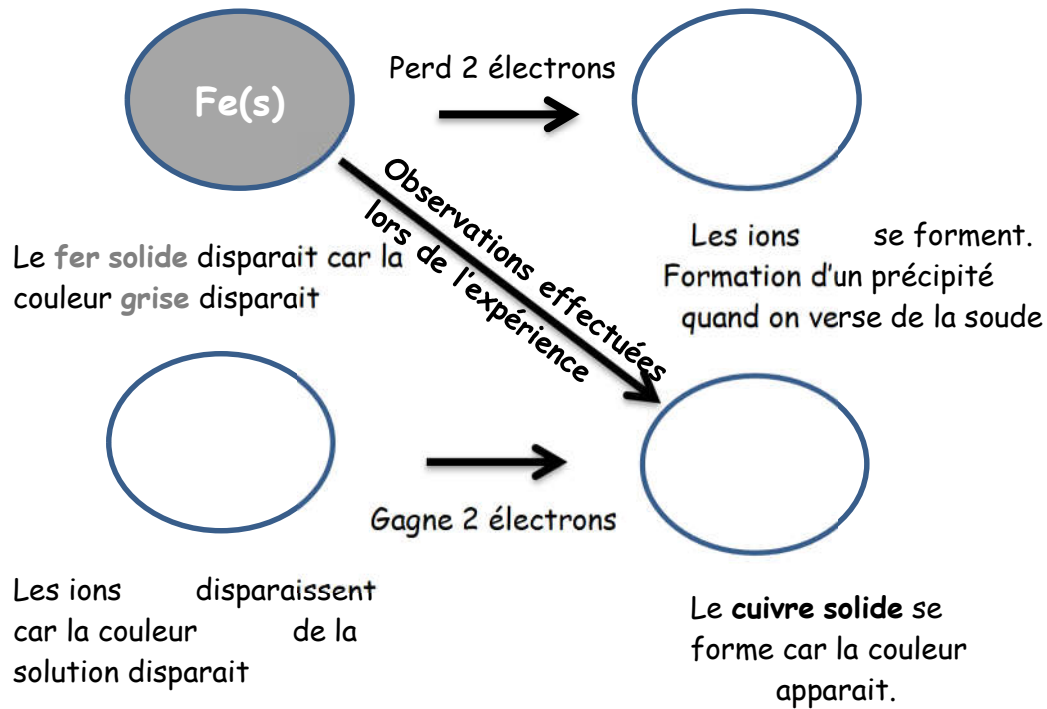


Les réactifs réagissent, ils libèrent de l'énergie chimique.
Une partie de cette énergie est dissipée sous forme de chaleur :
C'est l'énergie thermique.



Ion

Mis en évidence

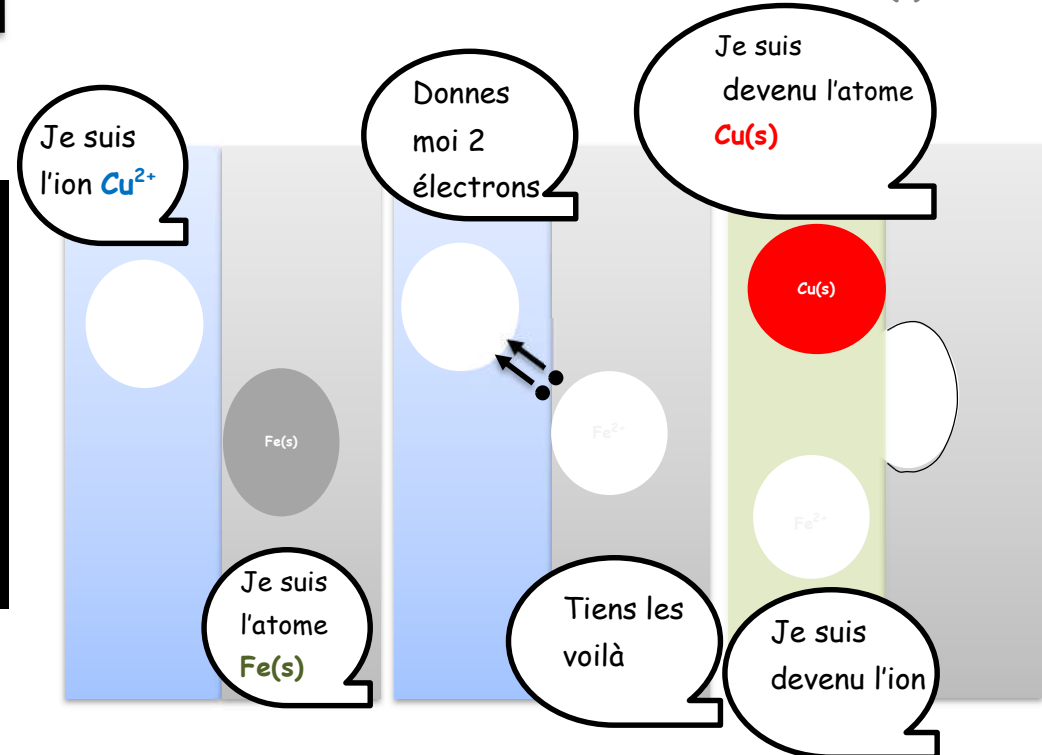


- Les atomes de fer $Fe(s)$ perdent 2 électrons, ils se transforment en ions Fe^{2+} .
- Les ions cuivre II Cu^{2+} gagnent 2 électrons, ils se transforment en cuivre solide $Cu(s)$
- Il y a un échange direct de 2 électrons entre les ions cuivre II Cu^{2+} et les atomes fer solide $Fe(s)$

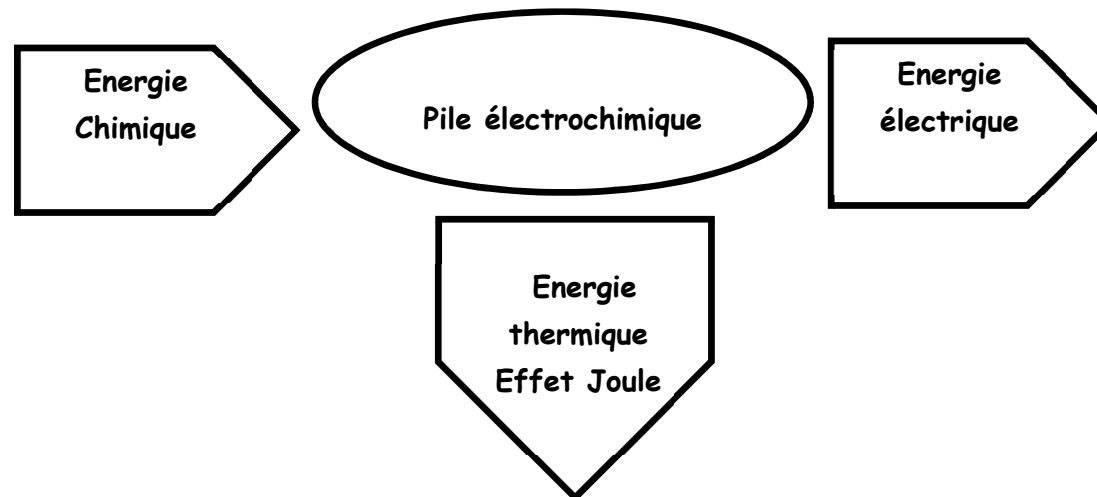
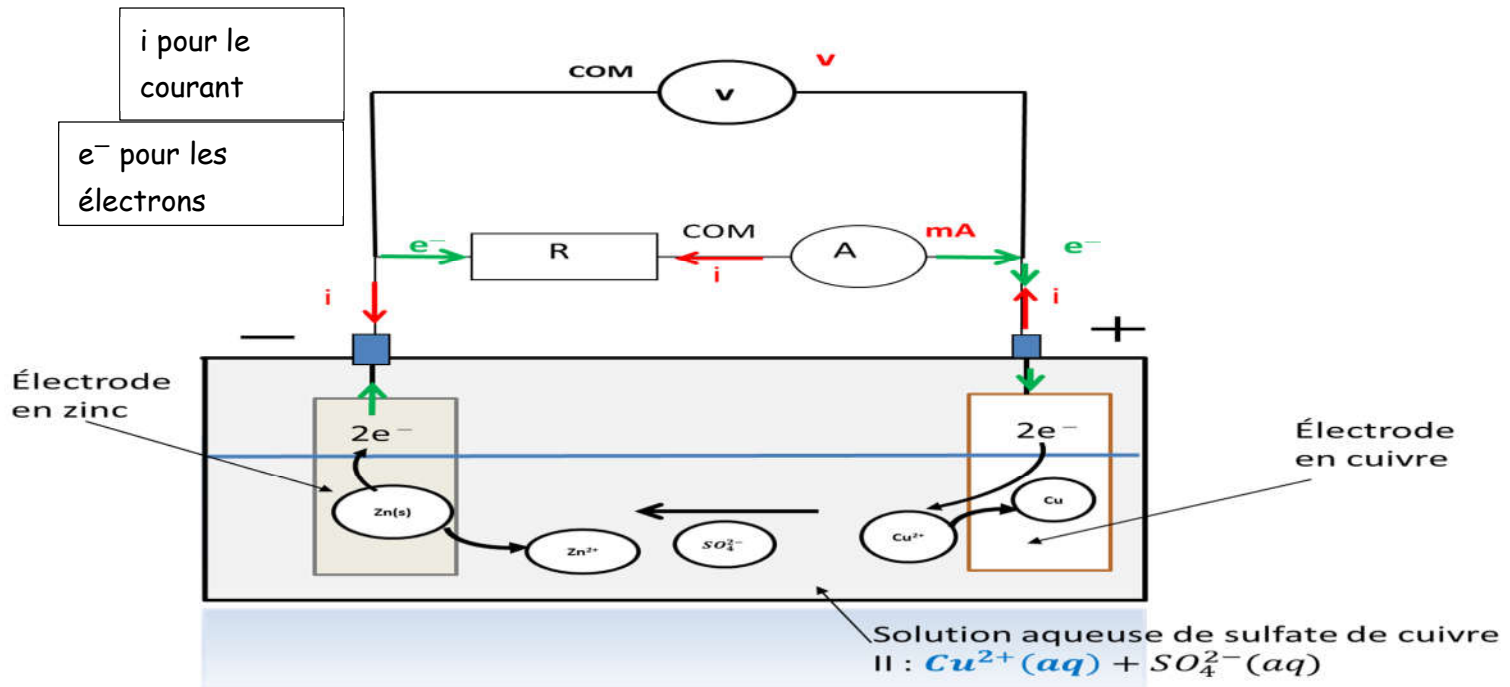
Réactifs	Produits
Fer solide + Sulfate de cuivre II $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$	Cuivre solide + sulfate de fer II $Cu(s) + Fe^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

Les réactifs disparaissent, ils sont consommés

Les produits apparaissent, ils se forment.



Le principe de fonctionnement d'une pile.



IV. Bilan : Comment créer de l'électricité ?

Rappels : Les **électrons libres créent** le courant électrique dans un **circuit**.

Les électrons libres **sortent** de la borne négative (**anode**) et **vont** à la borne positive (**cathode**).

Le courant **sort** de la borne positive (**cathode**) et **va** à la borne négative (**anode**).

Les solutions ioniques sont conductrices (**migration** des ions en solution).

→ Il y a un **échange direct** de **2 électrons** entre un atome de zinc Zn(s) et un ion **cuivre II** Cu^{2+} .

→ Il y a un **échange direct** de **2 électrons** entre un atome de fer Fe(s) et un ion **cuivre II** Cu^{2+} .

→ On va **rendre cet échange indirect** en faisant circuler les électrons dans un circuit électrique.

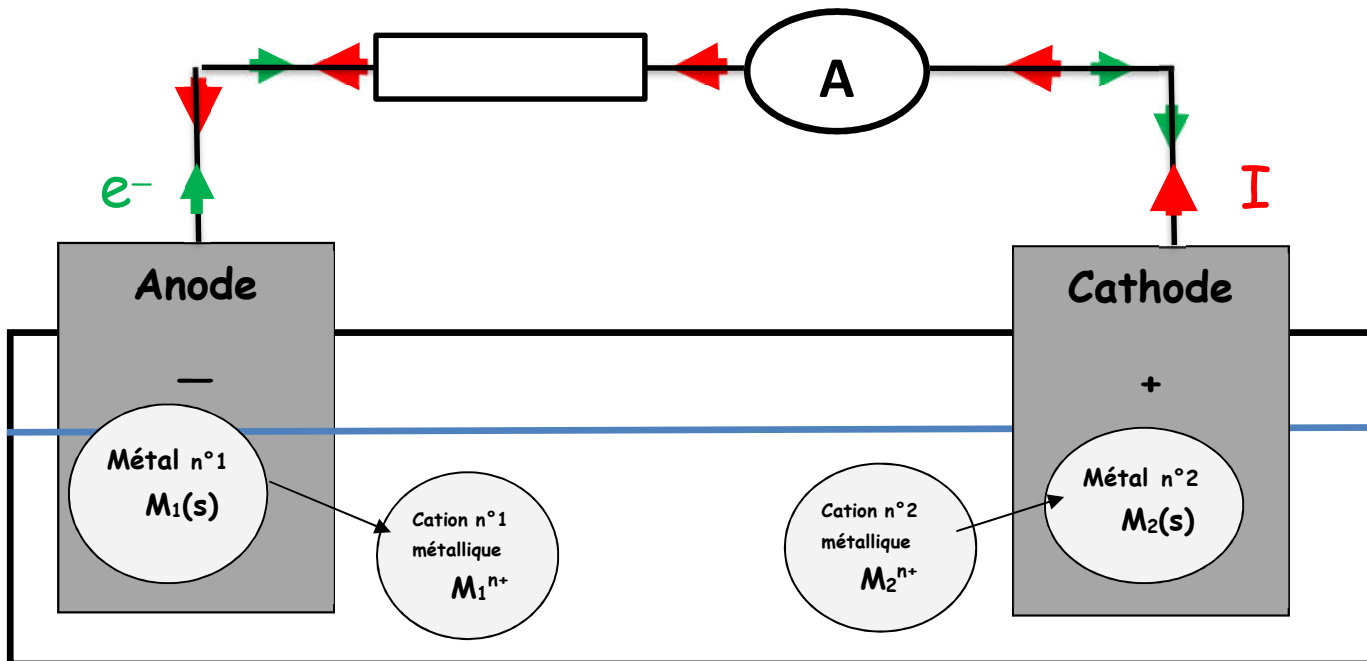
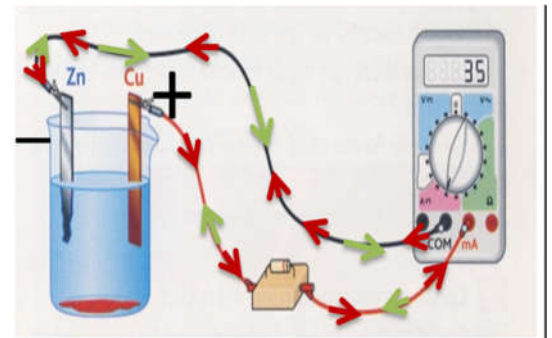
→ Principe de fonctionnement d'une pile électrochimique.

Pour **créer** de l'électricité, il faut :

- Un métal à l'anode
- Un métal « **différent** » à la cathode
- Un **électrolyte** (gel ou liquide qui contient des ions)

Lorsque la pile **fonctionne** :

- Le métal à l'anode **perd** des électrons qui **quittent** l'anode.
- Les électrons **circulent** dans le circuit et créent de l'électricité puis **arrivent** à la cathode.
- Le métal à la cathode **gagne** des électrons.



IV. Un exemple de générateur électrochimique : la pile saline.

Toutes les piles sont constituées d'une **anode** – et d'une **cathode** +, les deux électrodes sont **séparées** par un **électrolyte (conducteur ionique)**.

Dans la pile Saline appelée Pile Leclanché :

- L'**anode** est constituée de **zinc solide**, c'est l'enveloppe extérieure.
 - La **cathode** est constituée de l'ensemble : tige solide de **graphite** + **poudre dioxyde de manganèse** $MnO_2(s)$ + **poudre de carbone**.
 - L'**électrolyte** est constitué de **chlorure d'ammonium** ($NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$), de chlorure de zinc $Zn^{2+}(aq) + 2 Cl^-(aq)$.
- Si une pile est **percée** elle risque de **couler**. Cela **endommage** l'intérieur de l'appareil. Les constituants du liquide sont **toxiques** pour l'utilisateur. Pour limiter ce désagrément, **on utilise un gel contenant l'électrolyte**.

Fonctionnement de la pile :

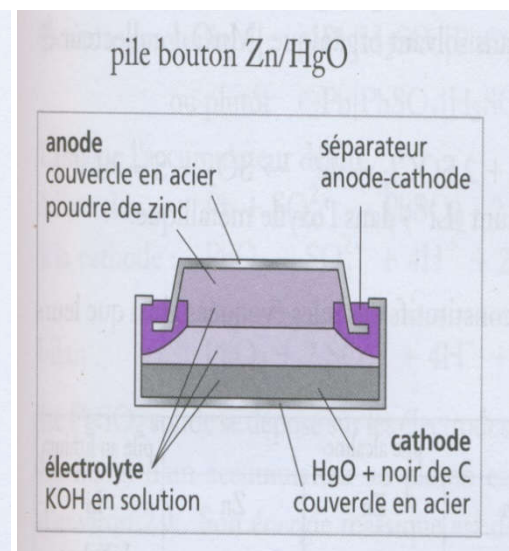
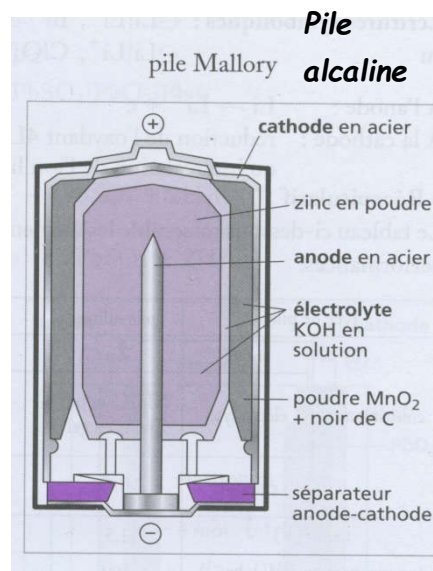
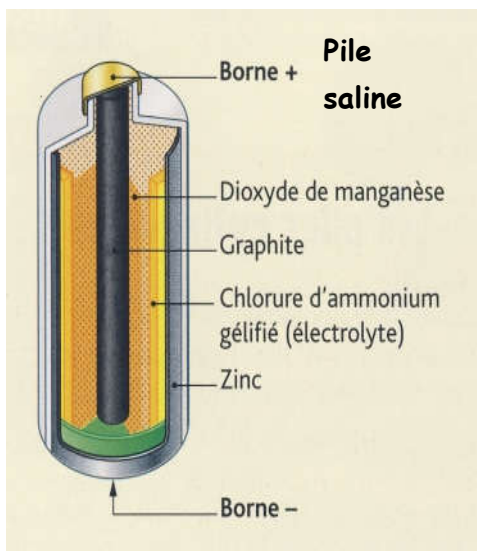
1. Le **zinc solide disparaît**. Il passe dans l'électrolyte en se transformant en des ions $Zn^{2+}(aq)$.
→ Le zinc solide perd 2 électrons.
2. Ces **électrons perdus** vont passer dans le circuit électrique et alimenter l'appareil (télécommande, radio, réveil, lampe de poche etc)
3. Les **électrons se dirigent vers la cathode+**. Ces électrons seront collectés par le **dioxyde de manganèse** et des ions hydrogènes (eux même libérés par l'ion ammonium $NH_4^+(aq)$) au niveau de la surface de la tige de graphite.

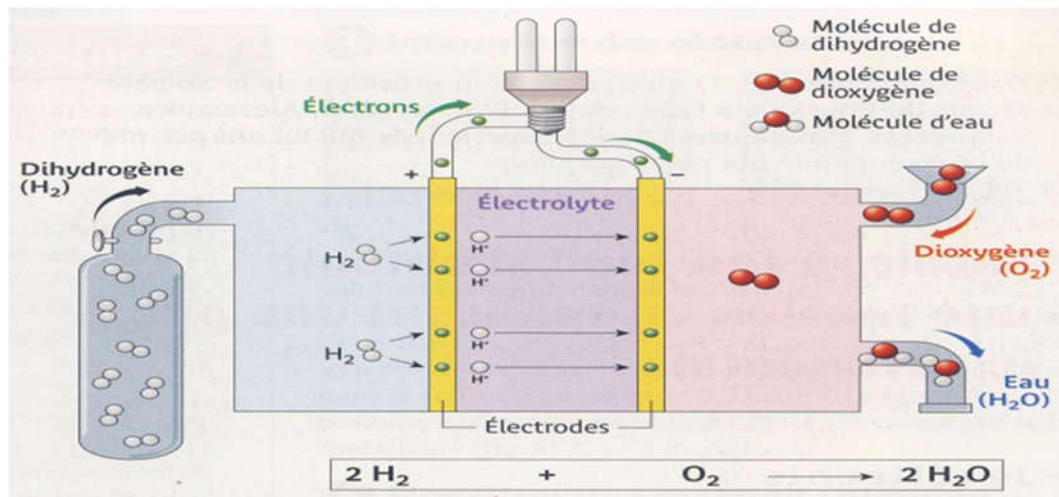
Conclusion :

a. A l'**anode** le **zinc disparaît** et **perd des électrons**. Lorsque la pile est **usagée**, l'enveloppe de la pile se **désagrège**.

b. A la **cathode** il y a un **gain d'électrons**

Une pile **consomme** une partie de ses réactifs. L'énergie **chimique** est **convertie** en énergie **électrique** mais est **simultanément dissipée** sous forme de **chaleur** → Energie **thermique** ou **effet Joule**.





Pile à combustibles.

Les deux électrodes sont séparées par un électrolyte.

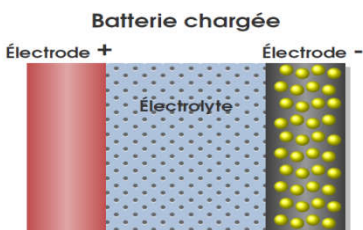
À la borne négative, le dihydrogène gazeux $H_2(g)$ se transforme en ions hydrogène H^+ et libère des électrons au contact d'une électrode poreuse. Ces électrons circulent dans le circuit extérieur et reviennent à la borne positive où ils se combinent à du dioxygène gazeux $O_2(g)$ et à des ions H^+ pour former de l'eau H_2O .

Le grand intérêt des piles à combustible réside dans le fait qu'il est possible de les approvisionner continuellement.

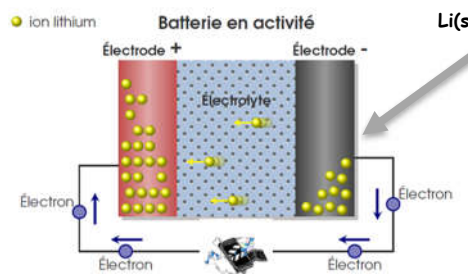
Les réactifs consommés par la réaction électrochimique sont ainsi renouvelés immédiatement:

La transformation chimique ne s'arrête pas par manque de l'un d'eux et la pile continue de fonctionner.

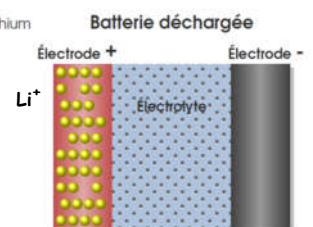
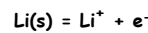
Principe de fonctionnement de la batterie au Lithium



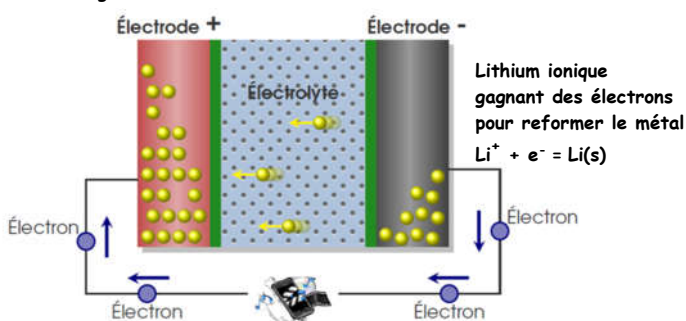
Lithium métallique $Li(s)$



Lithium métallique perdant des électrons



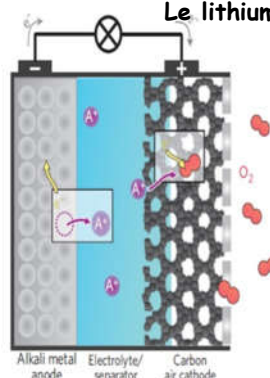
Recharge de la batterie



Lithium ionique gagnant des électrons pour reformer le métal $Li^+ + e^- = Li(s)$

Batterie sodium.

Le lithium est remplacé par le sodium

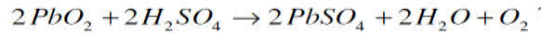


Sodium-oxygen	Lithium-oxygen
$Na + O_2 \rightarrow NaO_2$ ($E^0 = 2.27 V$)	$2Li + O_2 \rightarrow Li_2O_2$ ($E^0 = 2.96 V$)
$2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$ ($E^0 = 2.33 V$)	$2Li + 1/2O_2 \rightarrow Li_2O$ ($E^0 = 2.91 V$)
$2Na + 1/2O_2 \rightarrow Na_2O$ ($E^0 = 1.95 V$)	

La décharge d'une batterie de voiture

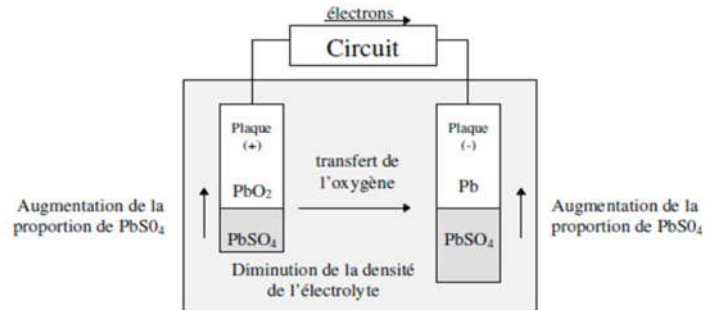
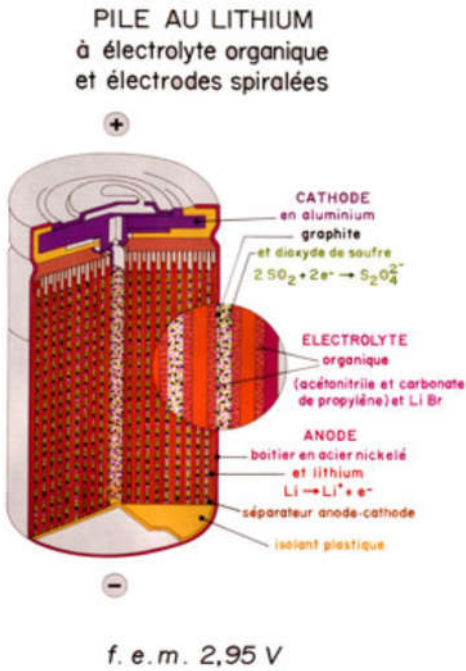
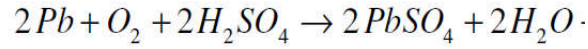
Réaction à la plaque positive: cathode

PbO_2 se transforme en $PbSO_4$



Réaction à la plaque négative: anode

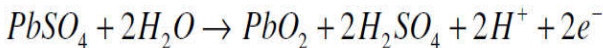
Pb se transforme en $PbSO_4$



La charge d'une batterie de voiture

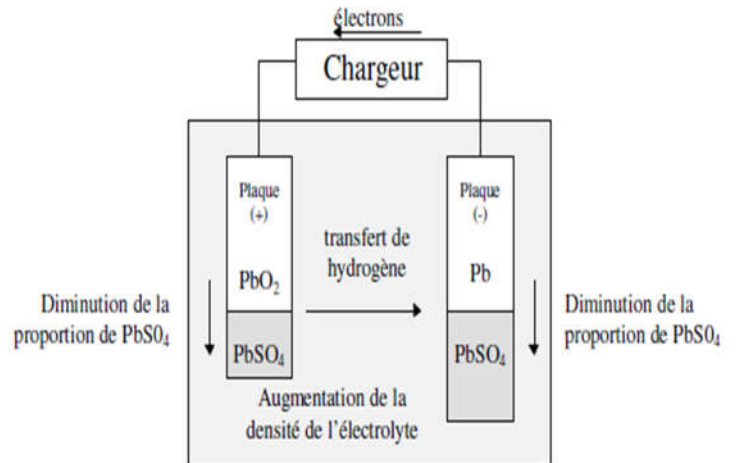
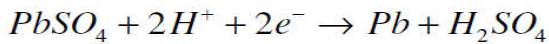
Réaction à la plaque positive

$PbSO_4$ se transforme en PbO_2

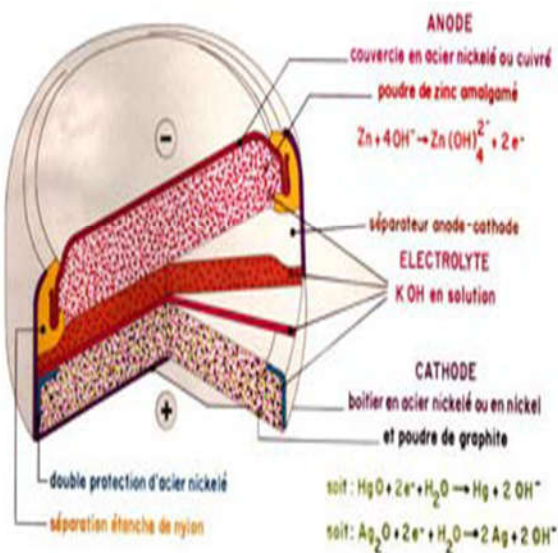


Réaction à la plaque négative

$PbSO_4$ se transforme en Pb



PILE BOUTON à l'oxyde mercurique ou à l'oxyde d'argent



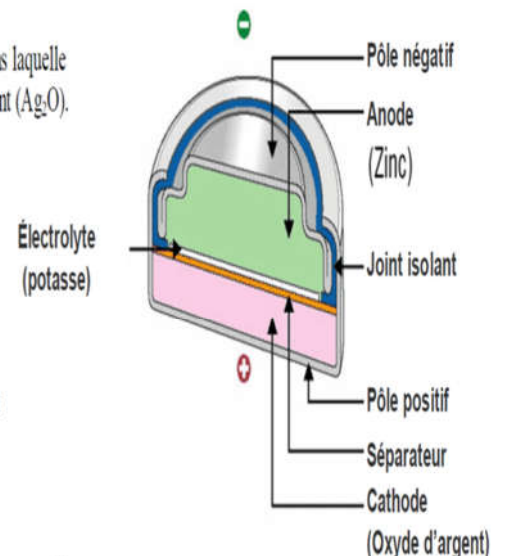
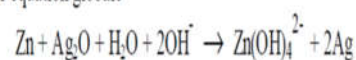
C'est une variante de la pile alcaline dans laquelle la cathode est constituée d'oxyde d'argent (Ag_2O).

Fonctionnement :

À l'anode, le zinc s'oxyde
 $Zn + 4OH^- \rightarrow Zn(OH)_4^{2-} + 2e^-$

À la cathode, l'oxyde d'argent est réduit
 $Ag_2O + H_2O + 2e^- \rightarrow 2Ag + 2OH^-$

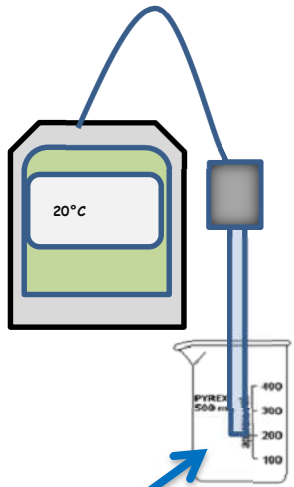
D'où l'équation globale



3^{ème} Bilan : Piles électrochimiques

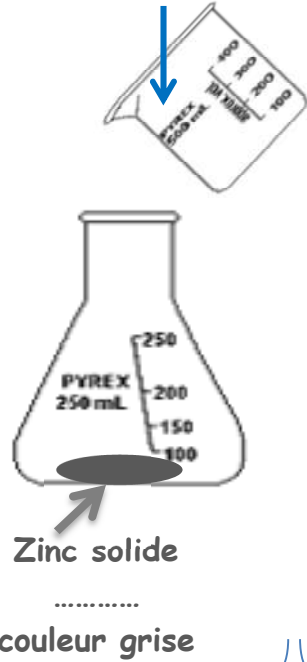
Réaction entre le zinc solide et le sulfate de cuivre II

Solution aqueuse ionique de sulfate de cuivre II
 $(Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq))$

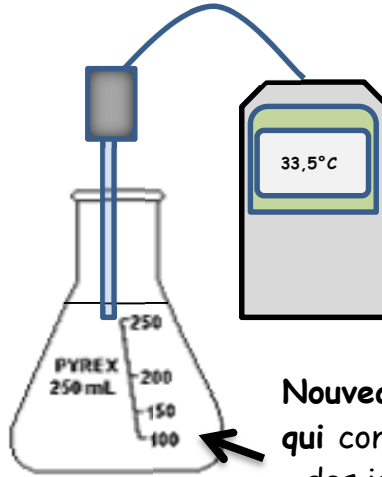


$(\dots (aq) + SO_4^{2-}(aq))$
Couleur due
aux ions Cu^{2+}

Réactifs

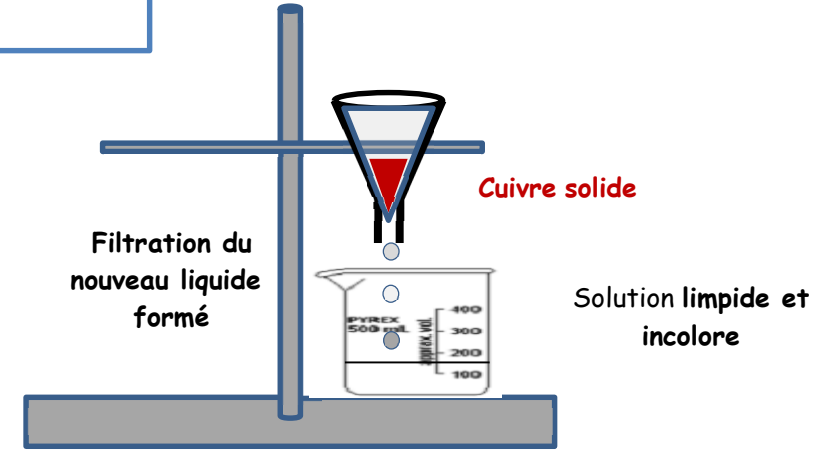


Zinc solide
.....
couleur grise



Nouveau liquide incolore
qui contient
- des ions zinc II $Zn^{2+}(aq)$
- des ions sulfate $SO_4^{2-}(aq)$
Nom: Sulfate de zinc II

Produits

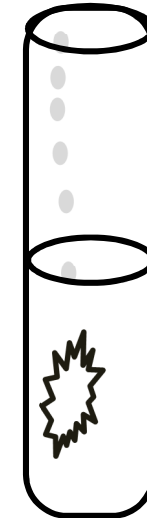


Filtration du
nouveau liquide
formé

Cuivre solide

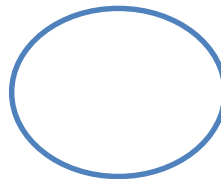
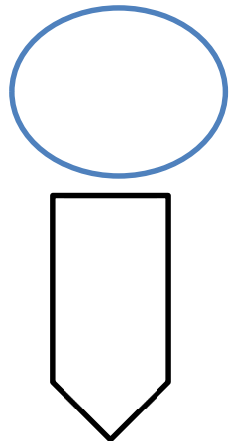
Solution limpide et
incolore

Soude

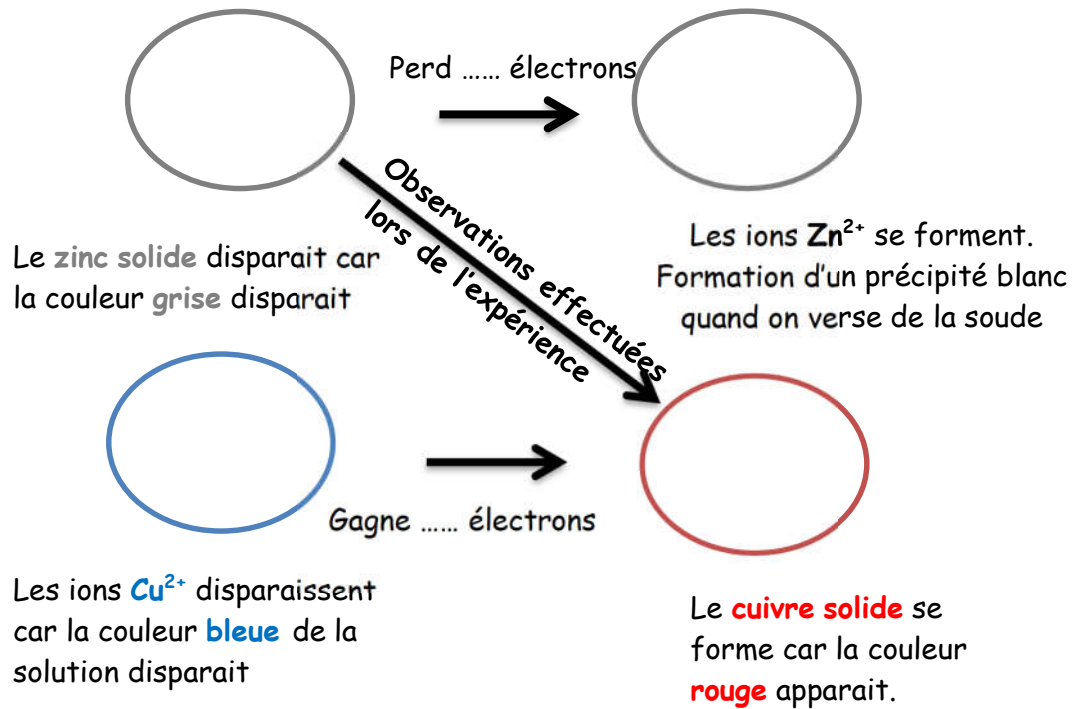


Précipité
blanc
d'hydroxyde
de zinc II
 $Zn(OH)_2$

Ion zinc II $Zn^{2+}(aq)$
Mis en évidence



L'énergie de la transformation
chimique est transformée en énergie
.....



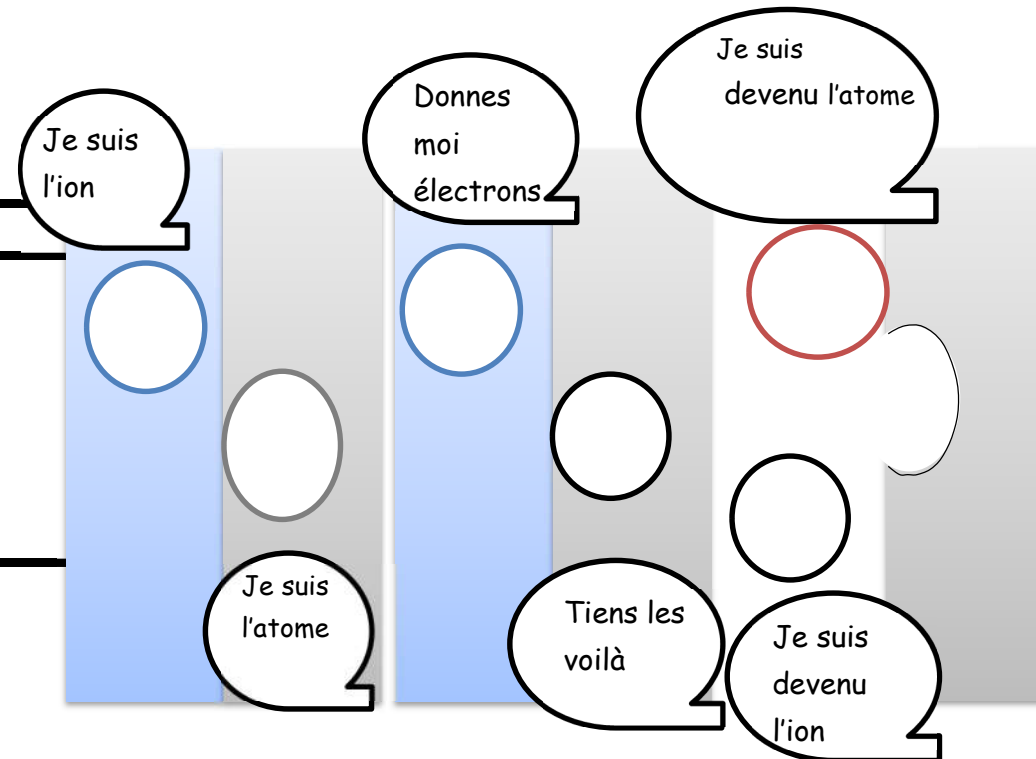
→ Les atomes de zinc Zn(s) perdent 2 électrons, ils se transforment en ions Zn^{2+} .

→ Les ions cuivre II Cu^{2+} gagnent 2 électrons, ils se transforment en cuivre solide Cu(s)

→ Il y a un échange direct de 2 électrons entre les ions cuivre II Cu^{2+} et les atomes zinc solide Zn(s) .

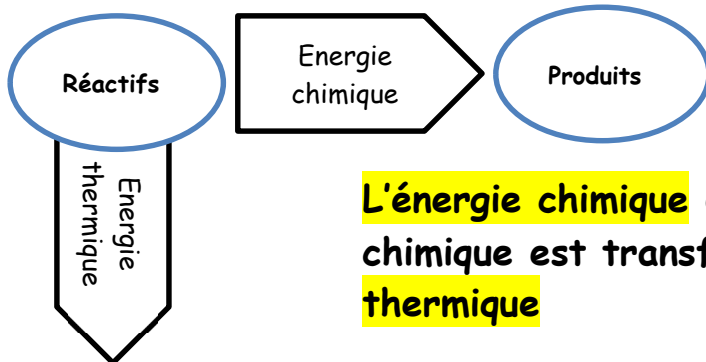
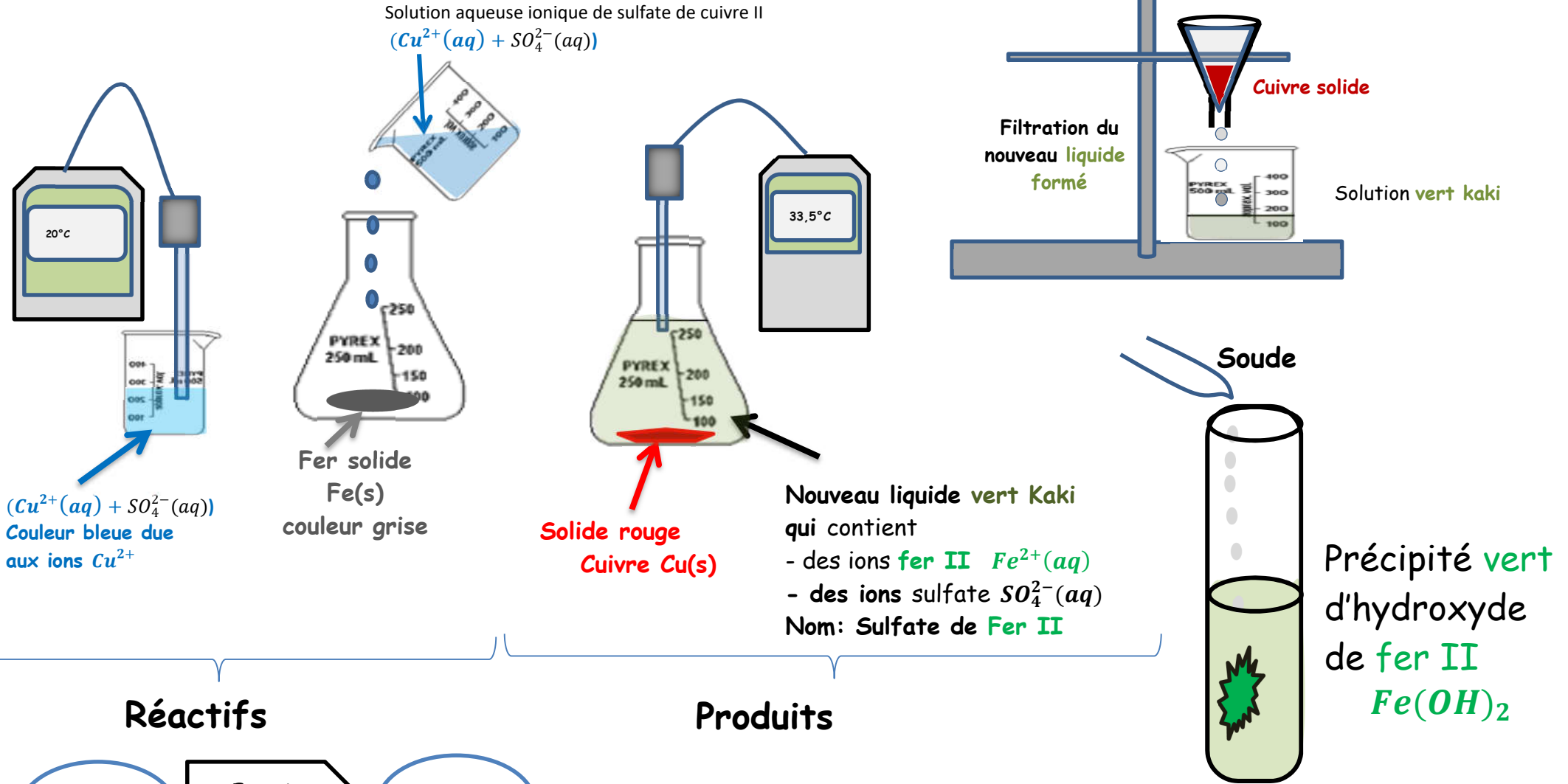
Les ions Cu^{2+} identifiés avec le test à la soude. Formation d'un précipité bleu

Réactifs	Produits

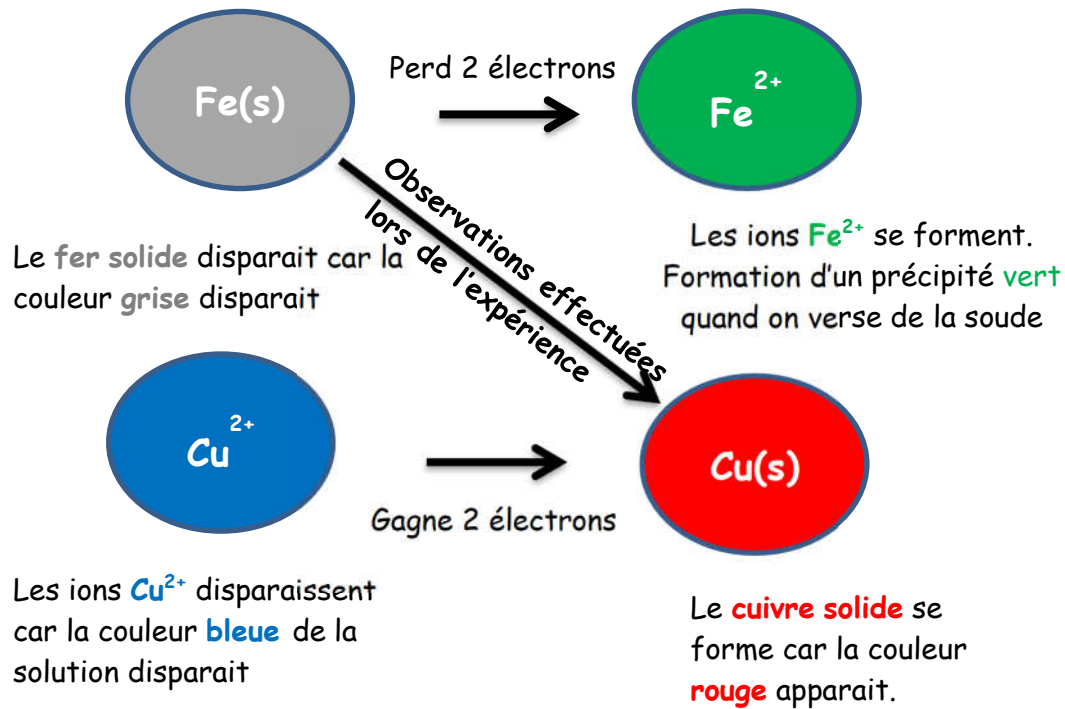


Piles électrochimiques

Réaction entre le Fer solide et le sulfate de cuivre II



L'énergie chimique de la transformation chimique est transformée en énergie thermique



Les ions Cu^{2+} identifiés avec le test à la soude.
Formation d'un précipité bleu

Réactifs	Produits
Fer solide Fe(s) + Solution aqueuse Sulfate de cuivre II $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	Solution aqueuse de sulfate de fer II $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ + Cuivre solide Cu(s)

→ Les atomes de fer Fe(s) perdent 2 électrons, ils se transforment en ions Fe^{2+} .

→ Les ions cuivre II Cu^{2+} gagnent 2 électrons, ils se transforment en cuivre solide Cu(s)

→ Il y a un échange direct de 2 électrons entre les ions cuivre II Cu^{2+} et les atomes fer solide Fe(s)

