



Transformations d'espèces chimiques : L'élément Cuivre

Buts de la manipulation :

- Mettre en évidence expérimentalement la notion « *d'élément chimique* ».
- Montrer, par un cycle de transformations chimiques, que « *l'élément Cuivre* » est commun à toute espèce chimique composée de cuivre.
- Montrer qu'une transformation chimique affecte simultanément au moins deux espèces chimiques

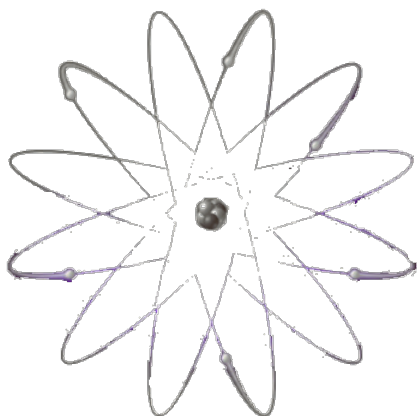


I. Introduction sur la notion d'élément

Dans ce travail expérimental, nous considérons « *l'élément Cuivre* », commun au **Cuivre solide métallique**, ainsi qu'à toutes les espèces composées de Cuivre.

Qu'est-ce qui distingue alors le cuivre solide de ces composés ? Plus encore, que partagent-ils qui constitue « *l'élément Cuivre* » ?

Rappelons seulement en préambule :



- Un « **ion** » est une espèce chimique chargée contrairement à « **l'atome** » électriquement neutre.
- Il est « **anion** » ou « **ion négatif** » si cette charge est négative, au contraire du « **cation** » ou « **ion positif** » lorsque la charge est positive.
- Selon le modèle de « **l'atome de Bohr** » (début XX^e siècle), « *l'élément chimique* » peut en effet gagner ou perdre des « **électrons** » d'un nuage électronique négatif entourant un « **noyau** » positif.
- La transformations chimiques affecte le cortège électronique d'un tel édifice à l'équilibre fragile des charges.

II. Mise en évidence expérimentale

Pour réaliser ce travail expérimental, nous disposons de 3 lames métalliques en fer, en plomb et en cuivre. *Comment peut-on reconnaître simplement celle qui est en cuivre ?*

1° Réaction entre l'acide nitrique et le Cuivre.



Prendre un petit copeau de cuivre et l'introduire dans un tube à essais. Ajouter avec précaution environ 1 mL d'acide nitrique (lunettes, gants, hotte). Ne pas stopper le déroulement de l'expérience tant que tout le cuivre n'a pas été consommé.



Commentez ce que vous voyez et faites un schéma de l'expérience.



Comment voit-on que la réaction est terminée ?

Peut-on parler de dissolution du cuivre ? Pour vérifier si votre réponse est exacte, plongez un morceau de cuivre similaire au premier dans un volume d'eau identique à celui de HNO₃.



Appel du professeur





👉 2° Réaction entre les ions Cu^{2+} et le Fer.

Pour bien se persuader que le cuivre n'a pas disparu mais a simplement changé « d'aspect », on réalise l'expérience suivante :

Quand la réaction précédente est complètement terminée, ajouter 1 à 2 mL d'eau du robinet dans le tube puis homogénéiser avec un agitateur (ou remuer simplement). Avec une pipette, prélever un peu de la solution bleue et en déposer quelques gouttes sur une partie bien brillante d'une lame de fer. Au bout de quelques secondes, rincer la lame de fer à l'eau du robinet et l'éponger avec un papier absorbant sans frotter.

Commentez.

Afin de montrer que l'espèce responsable des observations est bien « *l'élément Cuivre* » et non l'acide nitrique, on peut par exemple déposer directement une goutte d'acide nitrique sur la lame de Fer et montrer que l'effet n'est pas le même.

En conclusion : Le Cuivre « disparaît » dans la première transformation mais *l'élément Cuivre est bel et bien conservé* puisqu'il reparaît explicitement lors de la seconde transformation.

Complétons cette approche par une série de transformations destinées à faire paraître l'élément Cuivre sous diverses formes puis de régénérer le cuivre métallique en fin de cycle.

👉 3° Réaction entre l'ion cuivrique Cu^{2+} et l'ion hydroxyde HO^- .

Dans un tube à essais, introduire 1 ou 2 mL d'une solution de sulfate de cuivre II (qui contient des ions Cu^{2+}) puis, à l'aide d'une pipette, ajouter quelques gouttes d'une solution concentrée d'hydroxyde de sodium (qui contient l'ion HO^-). Utiliser un tube témoin dans lequel on verse de l'hydroxyde de sodium sur une solution qui ne contient pas de cuivre.

Commentez ce que vous voyez.



👉 4° Réaction entre le précipité $\text{Cu}(\text{OH})_2$ et le dioxygène O_2 .

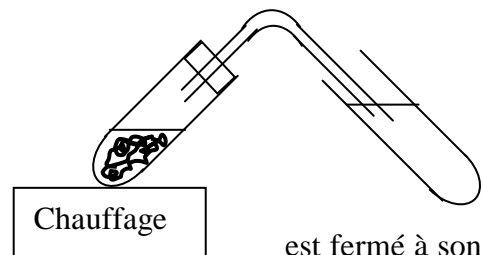
En tenant l'extrémité du tube à essai avec une pince en bois, chauffer le bas du tube de manière régulière.

Commentez ce que vous voyez.

👉 5° Réaction entre le solide CuO et le Carbone.

On place au fond d'un tube à essai le précipité d'hydroxyde de cuivre préalablement filtré et récupéré. On le mélange alors avec du noir de carbone. Ce tube à essai est fermé à son extrémité par un bouchon percé d'un tube dont l'extrémité plonge dans de l'eau de chaux. En tenant l'extrémité du tube à essai avec une pince en bois, chauffer le bas du tube.

Commentez ce que vous voyez.





III. Exploitation des résultats et récapitulatif des espèces intervenant dans le cycle

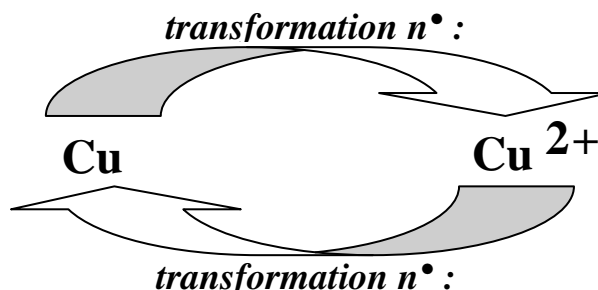
1. Le tableau ci-dessous résume les formules et quelques propriétés de différentes espèces chimiques qui comportent l'élément Cuivre, envisagées dans cette séance.

Compléter le tableau :

formule chimique	aspect couleur	état physique	métal, ions ou précipité	obtenu au cours de quelle transformation et par l'action de quelle espèce chimique ?
Cu^{2+}	bleu pâle	en solution		
Cu	rouge-orangé	solide		
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	bleu	solide		
CuO	noir	solide		

2. Deux transformations chimiques vues précédemment peuvent être symbolisées de la manière suivante :

Préciser lesquelles en rappelant leur n° au dessus de la flèche correspondante :



3. Compléter les phrases suivantes :

Un « **élément chimique** » est tout ce qui est _____ à un corps pur simple et à tous ces composés.

Le métal Cuivre est détruit par l'acide nitrique HNO_3 . On observe un dégagement de dioxyde d'azote NO_2 de couleur _____. La solution prend alors une teinte _____, couleur due à la présence de l'ion Cu^{2+} hydraté.

On ajoute de la soude NaOH : un précipité _____ d'hydroxyde de cuivre II se forme :



Filtrer, récupérer le solide bleu et le chauffer dans une coupelle : on observe alors un solide noir, _____.

Dissoudre ce solide dans l'acide chlorhydrique : la solution obtenue devient bleue (présence de _____). Plongé un clou en fer dans cette solution, il se recouvre de _____.



IV. Que faut-il connaître à propos du Cuivre ?



Numéro atomique	29
Masse atomique	63,546 g.mol ⁻¹
Masse volumique	8,9 g.cm ⁻³ à 20°C
Température de fusion	1083°C
Température d'ébullition	2595°C

Hormis l'or, le cuivre est le seul métal naturellement coloré.

La caractéristique essentielle du cuivre est sa qualité de bon conducteur de l'électricité. La solidité du fil cuivre et la fiabilité des contacts qu'il permet d'obtenir sont les raisons essentielles de l'emploi généralisé du cuivre dans toute l'industrie de la construction électrique, dans la distribution de l'énergie électrique, dans la fabrication du matériel électrique et des composants électroniques. A titre d'exemple, 95 % des fils conducteurs d'un Airbus sont en cuivre.

Le cuivre étant le métal usuel conduisant le mieux la chaleur, cette propriété est mise à profit pour chauffer ou refroidir rapidement un liquide ou un gaz : chauffe-eau ou chaudières murales, radiateurs de véhicules, condenseurs et réchauffeurs des centrales électriques, thermiques, nucléaires. Ce dernier exemple représente environ 200 tonnes d'alliages de cuivre pour 1000 mégawatts installés.

Le cuivre et ses alliages ne sont pas attaqués par l'eau ni par un grand nombre de produits chimiques. On met cette propriété à profit pour faire des tuyaux en cuivre ou des récipients et conteneurs pour de nombreuses industries. La robinetterie est en laiton (5 à 45 % de zinc) ou en bronze (3 et 20 % d'étain). Les toitures en cuivre défient le temps mais elles sont très chères.

Le cuivre est nécessaire à la vie : l'homme et les animaux ont besoin d'absorber quotidiennement quelques milligrammes de cuivre pour assurer la formation de l'hémoglobine du sang. Le cuivre a des propriétés bactéricides reconnues. Il détruit les micro-organismes et les bactéries et assainit les canalisations qui sont utilisées dans le monde entier pour la distribution de l'eau potable.

Le cuivre est amagnétique. Cette propriété lui vaut de nombreuses applications, en tout premier lieu dans l'horlogerie, mais aussi dans la construction électrique et électronique.

Le cuivre n'est pas un élément rare, sa fréquence dans l'écorce terrestre est de l'ordre de 1%. Cependant, il n'existe plus dans la nature à l'état natif. Il se présente sous forme de sels contenant 30 à 90 % de cuivre. Un minerai est considéré comme riche à partir de 1,8 % de cuivre pur. Parmi les métaux non ferreux, le cuivre est le deuxième en importance derrière l'aluminium mais loin devant le zinc, le plomb, le nickel et l'étain.

La source de cuivre la plus importante est constituée par les **minerais soufrés primaires** qui sont des sulfures et qui conduisent à plus de 80% de la production mondiale du cuivre. Les plus courants de ces minerais sont la **chalcopryrite**, sulfure contenant à l'état juxtaposé, ou à l'état solution solide ou même de composé **Cu₂S - FeS₂ - FeS**,

la **chalcosine** **Cu₂S**. Pour les minerais oxygénés on utilise des procédés chimiques tels que la **lixiviation** par l'acide sulfurique ou l'**extraction liquide-liquide** des ions cuivre (II) de la solution aqueuse à l'aide de solvants organiques comme le kérosène contenant des agents extractants du type hydroxyoxime.

Deux exemples enfin de composés fréquemment rencontrés contenant également l'élément cuivre.



Aujourd'hui encore, les cristaux de sulfate de cuivre sont généralement broyés et vendus sous l'appellation « sulfate de cuivre neige », qui est utilisé pour fabriquer (industriellement ou non) la **bouillie bordelaise**. Celle-ci est employée comme **fongicide** et **bactéricide** en agriculture, y compris biologique.

La **malachite** est un **carbonate minéral** de **formule** **Cu₂(CO₃)(OH)₂**, **monoclinique**, **groupe d'espace** **P 2₁/a**, qui se forme dans la zone d'oxydation des sulfures de **cuivre**. Elle est d'une très belle couleur verte, presque toujours microcristalline. Lorsque se forme par oxydation du **cuivre** à l'air elle prend le nom de **vert-de-gris**. Elle peut aussi être rouge orangé. La malachite est utilisée comme **Pierre ornementale**, pour colonnes, tables, bijoux etc.