

Direction Nationale de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Département de Physique-Chimie
Option : Physique

ECOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE BAMAKO

(ENSUP)



Exposé sur le groupe du Cuivre

Présenté par :

<i>Nom</i>	<i>Prénoms</i>
<i>TRAORE</i>	<i>Aboubacar Daouda</i>
<i>TRAORE</i>	<i>Drissa</i>

CLASSE : MASTER 1 PHYSIQUE ; SEMESTRE 2 (S2)

UE : CHIMIE MINÉRALE

Dirigé par : Dr Brahima DIALLO

BAMAKO, le 07/05 /2019

Plan de l'exposé

- I. PRÉSENTATION DU GROUPE DU CUIVRE**
- II. MINÉRAIS ET ABONDANCE DANS LA NATURE**
- III. PRÉPARATIONS**
- IV. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES**
- V. PROPRIÉTÉS CHIMIQUES**
- VI. USAGES ou APPLICATIONS**

I. PRÉSENTATION DU GROUPE DU CUIVRE

La triade du Cuivre comprend les éléments cuivre, argent et or.

- **Le cuivre** : Premier métal travaillé à l'état natif par l'homme dès 5000 ans avant J. Christ par des natifs du Moyen Orient et de l'Empire du milieu ; il marque l'entrée de l'homme dans la civilisation métallurgique.

Le nom du cuivre provient du latin « cuprum » qui désignait Chypre. Cela provient du fait que les romains importaient le cuivre du Chypre.

- **L'argent** : Le mot « argent » vient du latin « argentum » qui était utilisé pour définir la monnaie.

Dans l'antiquité, en grec ancien, le mot « argyros » désignait quant à lui quelque chose de blanc, brillant, laiteux et clair.

L'argent est un métal existant dans la nature, on dit qu'il y est présent à l'état natif.

- **L'or** : Le mot « or » dérive du latin « aurum » qui signifie « jaune ». Son symbole a été proposé par Jöns Jacob Berzélius (savant suédois) au XIX^e siècles.

Il fait partie des rares métaux disponibles à l'état natif dans la nature.

Tableau1 : Elément, symbole, masse atomique, numéro atomique, groupe période, bloc.

Elément	Symbole	Masse atomique (U)	Numéro atomique	Groupe, période, bloc
Cuivre	Cu	63,546±0,003	29	11, 4, d
Argent	Ag	107,87±0,0002	47	11, 5, d
Or	Au	196,96±4.10 ⁻⁶	79	11, 6, d

Dans le tableau ci-dessus, on voit que le numéro atomique croît du cuivre (29) à l'or (79). Idem pour la masse atomique.

II. MINÉRAIS ET ABONDANCE DANS LA NATURE

- **Le cuivre** : Ils sont très divers avec plus de 165 variétés de minerais.

La source la plus commune de minerai de cuivre est la chalcoppyrite (CuFeS_2) qui représente plus de 50 % de la production mais on le trouve également sous forme de sulfures dans la tétraédrite ($(\text{Cu,Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$), la bornite (Cu_5FeS_4) et l'énargite (Cu_3AsS_4) et sous forme d'oxyde dans la cuprite (Cu_2O) et dans la malachite ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$), l'azurite, la chalcocite (Cu_2S) et la ténorite (CuO).

On trouve aussi du cuivre associé à de l'antimoine et de l'arsenic, c'est ce que l'on appelle des cuivres gris.

Les minerais du cuivre contiennent souvent des impuretés de l'or, d'argent, du bismuth...

Le cuivre est un métal assez abondant en certains points de la Terre (Chili, Canada, Bolivie, Russie ...). Son clarke s'élève à 60 g par tonne. Il occupe la 25^{ème} place dans l'ordre d'abondance des 92 éléments naturels.



Site Google : minerais du cuivre (Azurite), dimanche 21/04/2019 à 16h47mn

- **L'argent** : Il se rencontre rarement à l'état pur dans le sol : il est le plus souvent combiné au soufre ou à l'antimoine. Le minerai principal est l'argentite (sulfure d'argent) de formule Ag_2S .

Les gisements miniers d'argent natif sont rares ; on notera toutefois la découverte au XVI^e siècle d'un bloc d'argent natif de 540 kilos sur le site de Ste Marie aux Mines en Alsace.

On trouve aussi de l'argent associé au cuivre gris. La séparation de l'argent des minerais autre que la galène (sulfure de plomb) est plus difficile à mettre en œuvre.

Il occupe le 63^{ème} rang dans l'ordre d'abondance des éléments de l'écorce terrestre et son clarke est à 0,1 g par tonne.



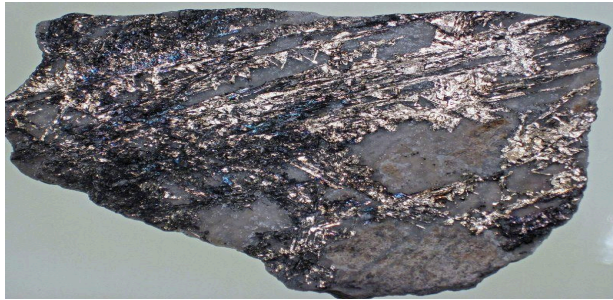
Site Google : minerais d'argent (Argentite), dimanche 21/04/2019 à 17h08mn

- **L'or** : Il se trouve principalement sous forme de métal natif, généralement allié à un degré plus ou moins élevé avec de l'argent (électrum) ou parfois amalgamé avec du mercure.

L'or natif peut se trouver sous la forme de pépites de taille importante, sous forme de grains fins ou de flocons dans les dépôts alluviaux ou sous forme de grains ou de particules microscopiques incorporés dans d'autres roches.

Les minerais où l'or se combine chimiquement avec d'autres éléments sont relativement rares. Ils comprennent la calavérite, la sylvanite, la nagyagite, la petzite et la krennerite.

Son clarke s'élève à 5 mg par tonne. L'or est présent dans l'eau de mer, essentiellement sous forme de chlorure.



Site Google : minerai de l'or (Sylvanite), dimanche 21/04/2019 à 18h12mn

III. PRÉPARATIONS

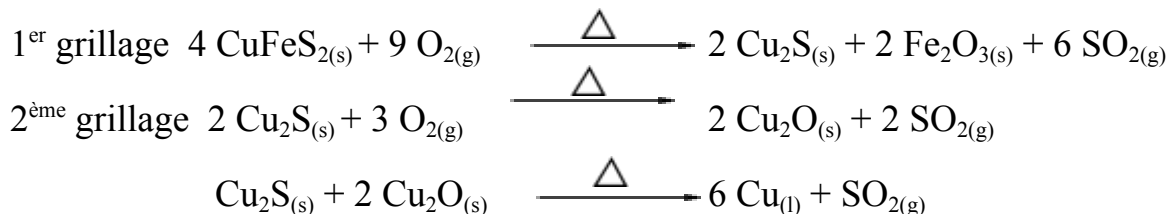
1. Elaboration du cuivre :

□ Traitement des minerais oxydés (processus : hydrométallurgie)

La méthode par voie sèche se pratique au water-jacket, par réduction en présence de carbone du minerai fondu. L'addition de fondant (alumine ou chaux) permet d'éliminer la gangue du minerai sous forme de scories.

□ Traitement des minerais sulfurés (processus : pyrométallurgie)

La méthode consiste à séparer le fer du cuivre par voie sèche, en utilisant d'une part la grande affinité du cuivre pour le soufre, d'autre part celle du fer pour l'oxygène. Après un grillage oxydant partiel transformant une partie du sulfure de fer en oxyde, une fusion scorifiante au four à réverbère ou au water-jacket, en présence de silice, donne une motte dont on sépare le sulfure de fer dans un convertisseur à revêtement basique, pour obtenir le cuivre brute qui titre à 99%.



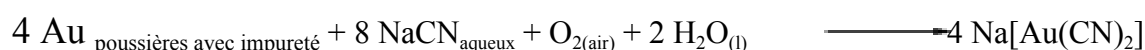
2. Elaboration de l'argent : On emploie le zinc dans l'extraction de l'argent par dissolution fractionnée à partir de plomb fondu (procédé de Parke). L'argent est extrait aussi par l'intermédiaire de cyanures complexes solubles.



L'argent est ensuite raffiné par électrolyse.

3. Elaboration de l'or

La cyanuration est employée aussi pour l'or qui consiste à dissoudre le minerai dans une solution, éventuellement recyclé ou dilué, de cyanures alcalins. L'or colloïdale est ensuite précipité, par ajout par exemple de la poudre de zinc qui joue un rôle de réactif électrochimique, puis filtré. Voici la réaction globale :



IV. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Tableau2 : masse volumique, point de fusion, point d'ébullition, système cristallin et état ordinaire, couleur.

Elément	Masse volumique (g/cm ³)	Point de fusion (°C)	Point d'ébullition (°C)	Système cristallin	Etat ordinaire	Couleur
Cuivre	8,96	1084,62	2562	Cubique à face centrées	Solide	Rouge brun
Argent	9,35	961,78	2212			Blanc argenté métallique
Or	19,3	1064,18	2856			Jaune métallique

Le point de fusion varie de 961,78°C (argent) à 1084,62°C (cuivre) et le point d'ébullition varie de 2212°C (argent) à 2856°C (or).

Ce sont les métaux de ce groupe qui possèdent les conductivités électriques et thermiques les plus élevées. Ils sont très ductiles et forment des alliages avec d'autres métaux tels que le zinc, le bronze, le palladium.

Ils sont tous diamagnétique (ie faiblement influencé par un champ magnétique).

Voici des images de la triade du cuivre à l'état natif :



Site Google : Cuivre natif, dimanche 21/04/2019 à 12h25mn



Site Google : Argent natif, dimanche 21/04/2019 à 12h31mn

Site Google : Or natif, dimanche 21/04/2019 à 12h31mn

V. PROPRIÉTÉS CHIMIQUES

Tableau3 : oxyde, état d'oxydation, électronégativité, structure électronique et électron par niveau d'énergie.

Elément	Electronégativité	Etat d'oxydation	Oxyde	Structure électronique	Electron par niveau d'énergie
Cuivre	1,9	1, 2, 3	Faiblement basique	[Ar]4s ¹ 3d ¹⁰	2, 8, 18, 1
Argent	1,93	1, 2, 3	Amphotère	[Kr]5s ¹ 4d ¹⁰	2, 8, 18, 18, 1
Or	2,54	1, (2), 3		[Xe]6s ¹ 4f ¹⁴ 5d ¹⁰	2, 8, 18, 32, 18, 1

L'électronégativité varie de 1,9 pour le cuivre à 2,54 pour l'or.

Comme les éléments du groupe I, les atomes de ces métaux possèdent un seul électron *s* dans leur orbitale externe ; mais ils en diffèrent parce que leur avant-dernière couche possède dix électrons *d*.

Par contre les métaux du groupe du cuivre sont peu réactifs et se situent en bas de la série électrochimique.

Pour que le métal réagisse, il faut d'abord lui enlever un atome puis l'ioniser. La chaleur de sublimation et le potentiel d'ionisation élevés diminuent la réactivité, cette diminution étant cependant compensé en partie par l'énergie gagnée dans l'hydratation de l'ion. La chaleur d'hydratation ne peut compenser totalement ces quantités d'énergie importantes, et c'est pourquoi le cuivre est beaucoup moins réactif que le potassium. Les oxydes et hydroxydes du groupe I sont fortement basiques, solubles dans l'eau tandis que le groupe du cuivre donne des oxydes insolubles et faiblement basiques.

NB : - Le cuivre possède 4 isotopes qui sont très stables.

- L'argent possède 3 isotopes qui sont très stables.
- L'or possède 5 isotopes qui sont très stables

A l'état natif, ces métaux ne sont pas radioactifs et résistent bien à la corrosion.

VI. APPLICATIONS

1. Le cuivre :

Environ 2% de la production du Cuivre sert à la production des composés chimiques (Exemple : les carboxylates de Cuivre servent comme fongicides et comme catalyseurs...) et 98% utilisé sous forme du corps simple métallique ou de ses alliages dans des domaines tels que :

a. Dans l'armement :

- ☐ Les munitions pour armes de poing sont constituées couramment d'une chemise en cuivre entourant le cœur de la balle.
- ☐ Le cuivre est également utilisé comme matériau pour les douilles d'obus à charge creuse destinées à percer les blindages.

b. En architecture : il est utilisé comme matériau de couverture étanche dans des maisons d'habitation (toitures).

c. Dans l'industrie : Le cuivre est utilisé pour la réalisation de conducteurs électriques (câbles), grâce à sa forte conductivité. Par exemple, il est utilisé pour les électroaimants et les relais électriques.

d. Utilisation domestique : Une des utilisations majeures du cuivre est celle en plomberie. En effet, la totalité des tuyaux d'eau de nos maisons sont fait d'un alliage de cuivre.

On le retrouve aussi dans des instruments de musique tels que le clairon et la trompette.

Le cuivre est aussi utilisé en bijouterie, allié à d'autres métaux.

2. L'argent :

a. Usage industriel :

Dans le domaine de l'industrie, l'argent est utilisé en **alliage**, ce qui lui confère une grande résistance à l'usure et à l'oxydation. Il est **solide et étanche**.

En électricité, il est utilisé comme conducteur car il dispose d'une meilleure **conductivité** que le cuivre et ce même quand il commence à s'oxyder.

On l'utilise aussi en chimie comme **catalyseur** (augmente la vitesse d'une réaction chimique).

Depuis une dizaine d'année, l'argent entre dans la composition des nanotechnologies, on parle alors de **nano-argent**. Ces nanoparticules disposent de propriétés biocides et pesticides qui intéressent les industries pharmacologiques et agroalimentaires.

b. Usage domestique :

Autre fois, on utilisait aussi l'argent dans la photographie sur les bobines et le papier photographique.

C'est aussi un métal de choix pour la **bijouterie** dans la confection de bijoux, colliers, bagues, etc. Il est un matériau facile à travailler, ce qui est important dans le cadre du travail de précision du joaillier.

Pour finir, on l'utilise aussi un peu en **musique**, pour la confection des flûtes traversières ou encore les cordes de guitare par exemple.

3. L'or :

La première utilisation courante de l'or, qui demeure encore aujourd'hui, c'est l'orfèvrerie. Cela constitue de 70 à 80 % de l'or consommée chaque année.

Cependant, il existe de nombreuses autres applications, à commencer dans l'économie mondiale.

L'or est utilisé depuis très longtemps comme monnaie d'échange. C'est même sur lui que reposait le système monétaire de l'étalon-or ou la valeur des biens pouvait être évaluée en fonction d'un poids fixe en or.

Enfin, l'or est très utilisé de nos jours dans l'industrie de la haute technologie et de la médecine.

En effet, il est très utilisé par les prothésistes dentaires pour réaliser des couronnes ou des bridges. Il entre aussi en jeu dans la fabrication des implants dans la chirurgie de l'oreille.

Il est aussi très intéressant en électronique car permet de réaliser des contacts électriques de bonnes qualités et surtout très résistants à l'usure du temps.

On le retrouve alors dans de nombreux composants électronique de notre vie courante (téléphones portables, ordinateurs, tablettes tactiles...). Cependant n'allez pas démonter vos appareils pour y récupérer l'or, la valeur de l'objet High Tech est bien supérieur à celle de l'infime poids d'or qu'il contient !

Merci pour votre aimable attention !!!