



## Expérience 11

# Le cuivre Le fer



### Introduction

Vers la fin de l'âge de pierre (en Europe centrale vers 2200 av. J.-C.), le cuivre, l'élément n°29, a été le premier métal, que les hommes ont réussi à obtenir à partir de minerais et qu'ils ont pu travailler. L'alliage avec l'élément n° 50, l'étain est appelé bronze : il est très dur mais également très malléable. Les hommes de l'âge de Bronze pouvaient ainsi produire de meilleurs outils, mieux commercer et voyager et ainsi également développer leurs savoirs, leur société et leur culture.

L'obtention du fer à partir de minerais et le travail de celui-ci conduit plus tard à nouvelle une étape essentielle du développement technique. L'âge de fer n'est aujourd'hui pas encore terminé : le fer est toujours le métal le plus important pour la fabrication d'outils et la construction, mais le cuivre reste également très important, par exemple comme conducteur électrique.

Le cuivre et le fer comme beaucoup d'autres métaux ont une propriété particulièrement problématique : Ils s'oxydent au contact de l'air (oxygène) et de l'eau, c'est ce qui se passe lors de la formation de la rouille. Tous les métaux ne s'oxydent pas aussi facilement : l'or, un métal noble, ne s'oxyde absolument pas au contact de l'air ; le cuivre, métal semi-noble est également relativement résistant mais le fer au contraire s'oxyde sous certaines conditions extrêmement facilement.

### L'expérience

L'expérience montre que le fer s'oxyde plus facilement que le cuivre. Ou inversement qu'un composé de cuivre oxydé peut être facilement retransformé en cuivre métallique, lorsque le fer est lui-même parallèlement oxydé. Lors de ce processus, une petite partie du fer, non visible à l'œil nu, va être oxydé et former un sel de fer, qui se dissout dans l'eau. En contrepartie, du cuivre élémentaire métallique se dépose sur le clou. L'expérience montre que le cuivre a plutôt tendance à être transformé en métal et le fer à être oxydé. Elle montre également, qu'il est relativement aisé de produire du cuivre métallique à partir de ses minerais : nous avons, tout comme nos ancêtres de l'âge de pierre, produit du cuivre métallique à partir d'un sel de cuivre (minéral) toutefois avec une méthode un peu différente.

**Matériel** (\* présent dans le colis de matériel mis à disposition, le reste du matériel doit être complété.)

- 5 clous en fer \*
- Du sulfate de cuivre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) dans la petite boîte en plastique \* (plus exactement, il s'agit de sulfate de cuivre pentahydraté, car le cristal comprend un peu d'eau).
- De la laine de fer \* (présent dans l'expérience 2, utiliser pour l'expérience 11 et ensuite jeter)
- Du papier ménager

### Mesures de précaution, sécurité



Le sulfate de cuivre est corrosif et dangereux pour l'environnement. Lorsqu'il réagit avec de la laine de fer, pour produire du cuivre élémentaire métallique, la solution aussi bien que les solides ne représentent plus aucun danger et peuvent être jetés dans l'évier respectivement dans la poubelle à ordures ménagères.

## Mode opératoire

1. Retire environ deux tiers du sulfate de cuivre présent dans la boîte en plastique et garde-le dans un sachet en plastique pour d'autres expériences.
2. La boîte en plastique ne contient plus maintenant qu'environ un tiers de la quantité initialement présente. Remplis-la à moitié avec de l'eau du robinet (ou de l'eau distillée, si tu en as à disposition) et dissous le sulfate de cuivre.
3. Si la solution se trouble, cela est dû au calcaire présent dans l'eau du robinet. Il suffit alors d'ajouter quelques gouttes de vinaigre (blanc de préférence) pour faire disparaître le trouble.
4. Les clous sont en général légèrement graissés afin d'empêcher l'oxydation (rouille). Nettoie un clou avec du liquide vaisselle et de l'eau et sèche-le avec du papier ménage. Le clou peut également être poli avec la laine de fer.
5. Place le clou en fer dans la solution de sulfate de cuivre.
6. Après environ 20 secondes tu peux enlever le clou de la solution. Tu peux voir, qu'une couche de cuivre s'est formée, là où le clou trempait dans la solution. La couche de cuivre n'adhère que légèrement à la surface, de sorte qu'il est possible de l'essuyer avec un morceau de papier ménage et de recommencer l'expérience avec le même clou.
7. Pour terminer l'expérience, il est possible d'ajouter dans la solution, en plus du clou, de la laine de fer (un volume environ moitié de celui de la solution de sulfate de cuivre). Du cuivre se forme sur la laine de fer, la solution devient chaude et se décolore.

## Elimination des déchets

Lorsque la solution de sulfate de cuivre a complètement réagi avec la laine de fer, le liquide peut être jeté à l'évier et le métal solide dans le container de récupération des métaux.

## Recommandations didactiques

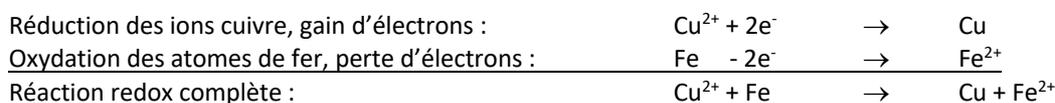
Les sels métalliques peuvent être solubles dans l'eau, comme le sulfate de cuivre ou le sulfate de fer.

Les métaux et leurs sels métalliques ont des propriétés différentes ainsi que des couleurs différentes.

En raison de sa couleur, il est possible que les élèves pensent que de la rouille s'est formée sur le clou et non du cuivre métallique. La rouille est un oxyde de fer qui se forme lentement lorsque le fer réagit avec l'oxygène en présence d'eau. Ici au contraire, la couche de cuivre forme une protection pour le clou en fer et le protège de la rouille : le fer n'est plus en contact avec l'oxygène et l'eau et ne peut donc rouiller.

La réaction entre la forme oxydée d'un métal noble (pour nous ici le sulfate de cuivre) et la forme métallique d'un métal non noble (pour nous ici le fer) correspond à un transfert d'électrons. Lors de celui-ci de l'énergie est libérée. Lors de la réaction rapide entre le sulfate de cuivre et la laine de fer, cela conduit à un réchauffement très net de la solution.

**Description du dépôt métallique de cuivre avec formules et équation chimique :** Lorsque le sulfate de cuivre  $\text{CuSO}_4$  se dissout dans l'eau, les cations  $\text{Cu}^{2+}$  et les anions  $\text{SO}_4^{2-}$  se séparent, comme c'est le cas pour tous les sels. C'est le cation cuivre  $\text{Cu}^{2+}$  qui intervient dans la réaction avec le fer, il reçoit du fer deux électrons ( $e^-$ ) :



Lorsqu'on sépare physiquement les différents acteurs de la réaction et qu'on les organise de façon appropriée, on peut construire une pile : Les électrons circulent d'une substance à l'autre à travers un fil et l'énergie libérée peut être utilisée sous forme d'énergie électrique. La plupart des piles contiennent un métal, qui participe à la libération d'énergie sous forme électrique. Voir également l'expérience 4.

Il est techniquement possible de recouvrir un métal par un autre métal à l'aide d'un courant électrique. Le but est d'empêcher l'oxydation du métal à recouvrir. Cette méthode permet une meilleure adhésion de la couche du métal protecteur sur le métal à protéger.