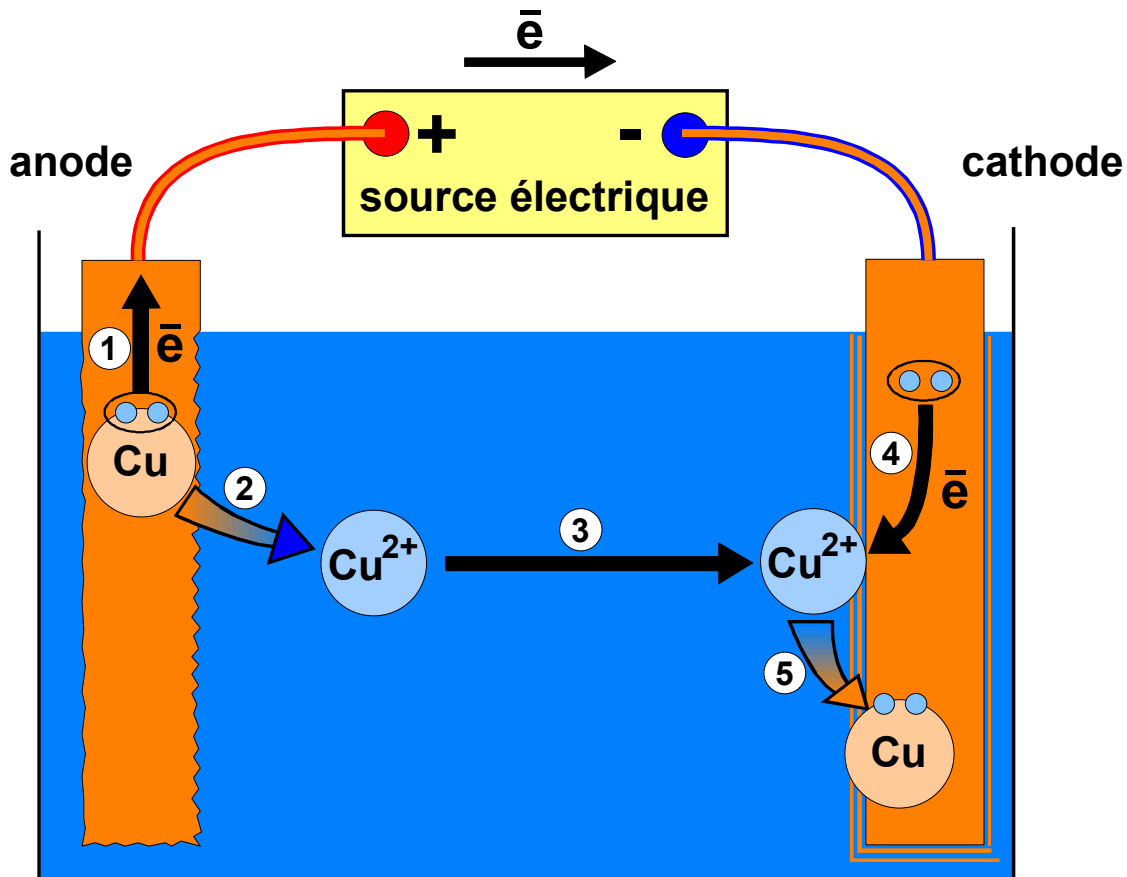


Détermination du nombre d'Avogadro (N)

A) électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre entre électrodes de cuivre

Une solution de sulfate de cuivre (CuSO_4) dans l'eau renferme des cations Cu^{2+} qui déterminent la couleur bleue de la solution. Nous introduisons dans la solution deux lames de cuivre (Cu) que nous relions à une source de courant électrique :

- * la lame reliée au pôle + de la source constitue l'anode (électrode positive)
- * la lame reliée au pôle - de la source constitue la cathode (électrode négative)



- 1) l'anode reliée au pôle + de la source arrache 2 électrons à chaque atome de cuivre et le transforme ainsi en cation Cu^{2+}
- 2) les cations Cu^{2+} formés à partir des atomes de l'anode par perte d'électrons passent dans la solution
- 3) les cations Cu^{2+} migrent à travers la solution vers la cathode (attraction entre charges de signes contraires)
- 4) la cathode fournit deux électrons à chaque cation Cu^{2+} qui entre en contact avec elle : les cations Cu^{2+} sont ainsi retransformés en atomes de cuivre
- 5) les atomes de cuivre obtenus à partir des cations Cu^{2+} par gain d'électrons forment un dépôt de cuivre sur la cathode

La source électrique est à considérer comme une « pompe à électrons » : elle « aspire » les électrons au pôle positif et les « crache » au pôle négatif.

Globalement, **cette électrolyse correspond à un transport du métal cuivre depuis l'anode vers la cathode** :

- l'anode perd des atomes, elle devient de plus en plus mince, sa masse diminue
- la cathode gagne des atomes, elle devient de plus en plus épaisse, sa masse augmente

B) un peu de physique : le courant électrique

Les électrons qui se déplacent dans les fils électriques qui relient les électrodes à la source électrique constituent un courant électrique (elektrischer Strom).

Remarquez que « courant » vient de « courir » ! Qu'est ce qui court à travers les fils ? Les charges électriques portés par les électrons ! En allemand, le courant (électrique) s'appelle « (elektrischer) Strom ». Tout comme un fleuve (ou courant d'eau !) transporte de l'eau, un courant électrique transporte des charges électriques. Insistons sur le fait que les charges doivent se *déplacer* pour qu'on puisse parler de courant électrique : un étang dans lequel l'eau est au repos ne peut pas non plus être appelé « courant d'eau » !

Tout comme un fleuve est caractérisé par son débit qui correspond au volume d'eau V transporté par unité de temps, un courant électrique est caractérisé par son intensité qui correspond à la charge électrique Q transportée par unité de temps :

fleuve:	courant électrique:
$\text{Débit} = \frac{\text{volume d'eau}}{\text{temps}}$	$\text{Intensité} = \frac{\text{charge électrique}}{\text{temps}}$
$D = \frac{V \text{ (en mètres-cube m}^3\text{)}}{t \text{ (en secondes s)}}$	$I = \frac{Q \text{ (en coulombs C)}}{t \text{ (en secondes s)}} \quad \text{donc: } Q = I \times t$

La charge électrique est exprimée en l'unité « coulomb (C) », dénommée d'après le physicien français Charles de Coulomb (1736 – 1806).

L'intensité d'un courant électrique est exprimée en l'unité « ampère (A) », dénommée d'après le physicien français André Ampère (1775 – 1836). L'intensité du courant est mesurée à l'aide d'un instrument appelé ampèremètre.

Un courant électrique a une intensité de 1 ampère (1 A) s'il transporte une quantité d'électricité de 1 coulomb (1 C) pendant chaque seconde (1 s) : $1 \text{ A} = 1 \text{ C} / 1 \text{ s}$

Or nous savons que l'électron a une charge de $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (valeur absolue).

$$1 \text{ coulomb correspond donc à } \frac{1 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ électrons}$$

Maintenant nous disposons d'une **méthode pour compter les électrons : un courant de 1 ampère transporte pendant chaque seconde $6,25 \cdot 10^{18}$ électrons !**

C) principe de la détermination de N

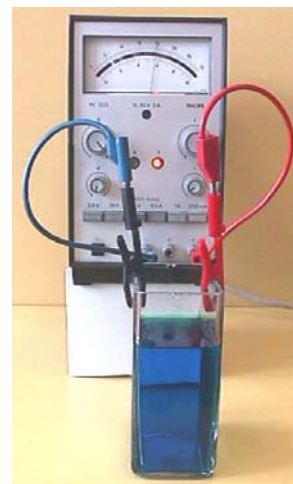
Combien d'atomes de cuivre sont renfermés dans une mole de cuivre (63,5 g Cu) ?

- par électrolyse à intensité de courant constante (I) pendant un intervalle de temps (t) chronométré, nous déposons sur la cathode une masse (m) de cuivre déterminable par pesée
- l'intensité du courant (I) et le temps (t) pendant lequel il circule nous permettent de compter le nombre d'électrons transportés
- nous savons que le transport du cuivre de la l'anode vers la cathode fait intervenir 2 électrons pour chaque atome de cuivre : le nombre des atomes Cu déposés sur la cathode correspond donc à la moitié des électrons transportés
- l'expérience nous permet donc de compter les atomes de cuivre renfermés dans le dépôt de masse m ; une règle de trois nous permet de calculer le nombre d'atomes renfermés dans 63,5 g (= 1 mole) de cuivre



D) réalisation de l'expérience

- * remplir la cuve à électrolyse avec la solution de sulfate de cuivre
- * peser avec précision les deux lames de cuivre qui serviront d'électrodes
- * relier les lames de cuivre aux pôles de la source de courant ; utiliser un fil de connexion rouge pour l'anode reliée au pôle + et un fil de connexion de couleur bleue pour la cathode reliée au pôle - ; chaque fil de connexion est relié à l'électrode à l'aide d'une pince crocodile
- * régler l'intensité du courant d'électrolyse exactement sur 2 A (ampère) ; démarrer le chronomètre au moment précis où la source électrique est branchée ; l'électrolyse sera réalisée pendant 25 minutes (soit $25 \times 60 = 1500$ secondes) exactement



intensité du courant : 2 A



durée : 25 minutes

- * après 25 minutes, couper le courant
- * sortir les électrodes du bac ; laver les électrodes à l'eau distillée ; sécher les électrodes à l'aide d'un pistolet à air chaud
- * peser avec précision les deux électrodes de cuivre

E) calcul du nombre d'Avogadro

quantité de charge transportée pendant l'électrolyse : $Q = I \times t = 2 \text{ A} \times 1500 \text{ s} = 3000 \text{ C}$

nombre d'électrons transportés: $\frac{3000 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 1,875 \cdot 10^{22}$ électrons

nombre d'atomes Cu transportés: $\frac{1,875 \cdot 10^{22}}{2} = 9,375 \cdot 10^{21}$ atomes Cu

..... g de cuivre (le dépôt) renferment $\frac{9,375 \cdot 10^{21} \times 63,5}{\dots\dots\dots}$ = atomes de cuivre
 1 g de cuivre renferme
 63,5 g (une mole) de cuivre renferment

La valeur trouvée pour le nombre d'Avogadro vaut donc : $N = \dots\dots\dots$
