

# 15.A2 – Capacité électrique d’une pile

Compétence travaillée :

- Déterminer la capacité électrique d’une pile à partir de sa constitution initiale.

## I - Définitions

### 1) Capacité électrique d’une pile

**Définition**

La capacité électrique d’une pile est la charge électrique maximale que la pile est susceptible de faire circuler dans le circuit extérieur. Elle se note  $q_{pile}$  ou  $Q$  et s'exprime en coulomb (C).

**Les unités**

Le C (*coulomb*) est équivalent à des A·s (*ampère × seconde*).

Certaines piles rechargeables font mention de leur capacité électrique en l’exprimant en mAh (milliampère-heure).

**Exemple**



### 2) Constante de Faraday

La constante de Faraday, notée  $F$ , est une grandeur physique qui correspond à la valeur absolue de la charge molaire de l’électron.  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Autrement dit, 1 mol d’électron à une charge de  $9,65 \times 10^4 \text{ C}$ .

## II - Calculer la capacité électrique d’une pile

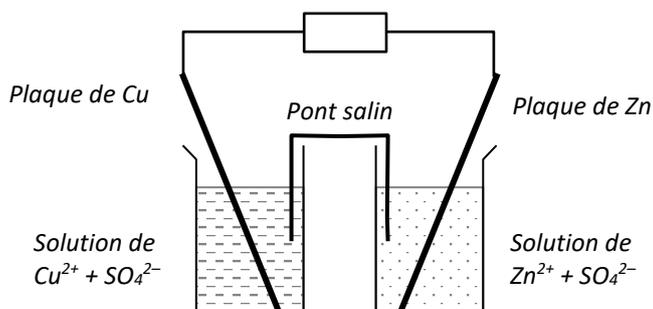
La capacité électrique d’une pile peut se calculer à partir de la connaissance de la réaction qui se produit et des quantités de matières initiales de réactifs.

### 1) Principe général

- On ajoute une colonne au tableau d’avancement afin de connaître la quantité de matière d’ions échangés dans l’état final  $n_f(e^-)$ .
- On en déduit la charge électrique  $Q$  échangée en utilisant la constante de Faraday :  $Q = n_f(e^-) \cdot F$   
=> Finalement,  $Q = z \cdot x_f \cdot F$  où  $z$  est le nombre d’électrons échangé par réaction d’oxydoréduction,  
 $x_f$  est l’avancement final,  
 $F$  est la constante de Faraday.

### 2) Exemple détaillé

Considérons la pile ci-dessous :



Les demi-piles sont chacune constituée d’un volume  $V_0$  de la solution ionique de concentration  $c_0$  et d’une plaque de métal en excès.

On admettra que la réaction spontanée se fait entre les ions cuivre  $\text{Cu}^{2+}$  et le Zn et que cette réaction peut être considérée comme totale.

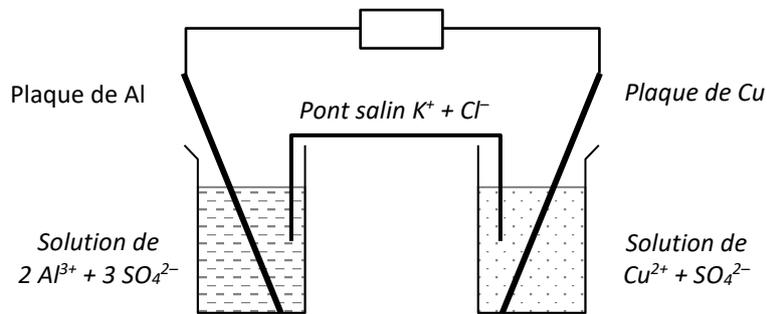
- Tableau d'avancement :

		Réactifs			Produits		e <sup>-</sup> échangés
Etat	Av.	Cu <sup>2+</sup>	+ Zn	⇌	Cu	+ Zn <sup>2+</sup>	2 e <sup>-</sup>
Etat initial	x = 0	n <sub>0</sub> (Cu <sup>2+</sup> )	n <sub>0</sub> (Zn)		0	0	0
Etat final (maximal)	x = x <sub>f</sub>	n <sub>f</sub> (Cu <sup>2+</sup> ) = n <sub>0</sub> (Cu <sup>2+</sup> ) - x <sub>f</sub>	n <sub>0</sub> (Zn) = n <sub>0</sub> (Zn) - x <sub>f</sub>		n <sub>f</sub> (Cu) = x <sub>f</sub>	n <sub>f</sub> (Zn <sup>2+</sup> ) = x <sub>f</sub>	n <sub>f</sub> (e <sup>-</sup> ) = 2 · x <sub>f</sub>

- Calcul des quantités de matières initiales :  
 Pour l'ion cuivre Cu<sup>2+</sup> : n<sub>0</sub>(Cu<sup>2+</sup>) = c<sub>0</sub> · V<sub>0</sub>.  
 Pour le zinc : le zinc Zn est en excès.
- Détermination du réactif limitant et de l'avancement final :  
 Les métaux étant en excès, le réactif limitant est l'ion cuivre.  
 Alors n<sub>f</sub>(Cu<sup>2+</sup>) = 0, soit n<sub>0</sub>(Cu<sup>2+</sup>) - x<sub>f</sub> = 0, soit x<sub>f</sub> = n<sub>0</sub>(Cu<sup>2+</sup>).
- Calcul de la quantité de matière d'ions échangés :  
 D'après le tableau d'avancement : n<sub>f</sub>(e<sup>-</sup>) = 2 · x<sub>f</sub>.
- Calcul de la capacité électrique de la pile  
 La capacité électrique de la pile est la charge électrique échangée. Donc Q = n<sub>f</sub>(e<sup>-</sup>) · F = 2 · x<sub>f</sub> · F.
- Bilan : Q = 2 · c<sub>0</sub> · V<sub>0</sub> · F

### 3) Mise en pratique

On s'intéresse à la pile dont le schéma de principe est donné ci-dessous :



Le volume de solution de chaque demi-pile est V = 200 mL. Par ailleurs, on pourra considérer que les quantités de matières solides des plaques sont en excès.

**Question :** Calculer la capacité électrique Q de la pile.

