

# Capteurs électrochimiques

Agrégation 2020



## Contrôle de la qualité de l'eau

L'eau  
contient-elle  
trop d'ions  
 $\text{Fe}^{2+}$ ?

Contrôler la  
concentration  
en  $\text{Fe}^{2+}$  dans  
l'eau

*Comment?*

Capteurs

*Quel type de  
capteur?*

Electrochimiques

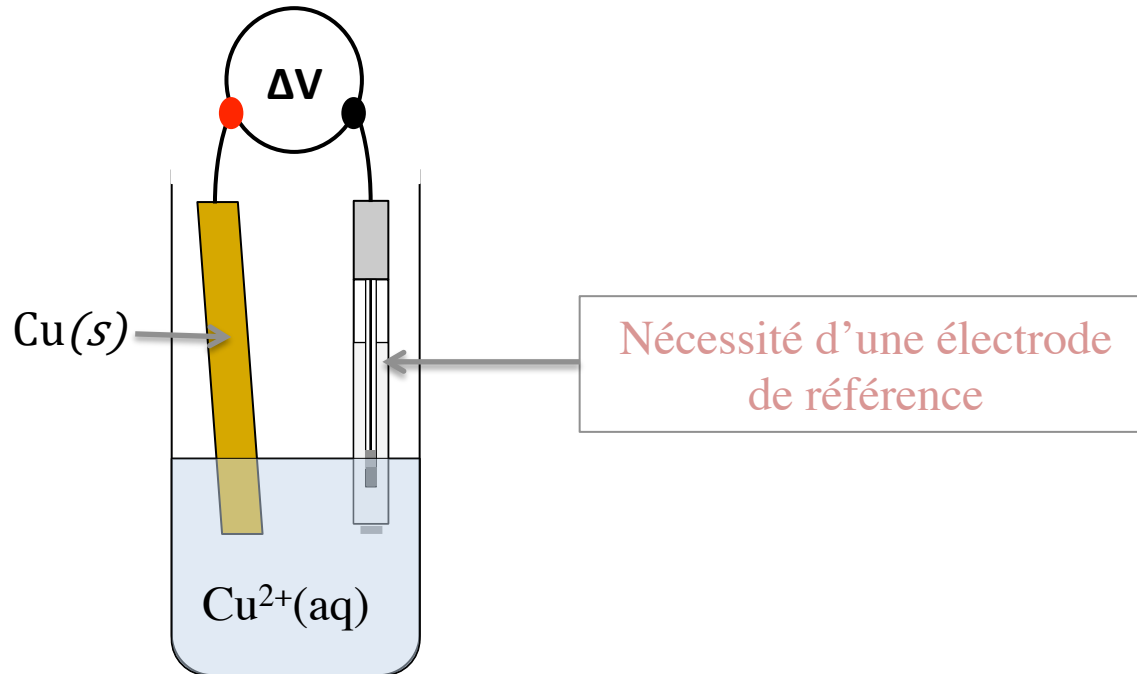
Potentiométrie

Conductimétrie

*Quelles  
grandeurs  
électriques ?*

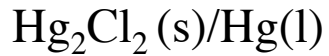
$$U_2 - U_1 = R_i$$

# Mesure du potentiel de l'électrode $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$

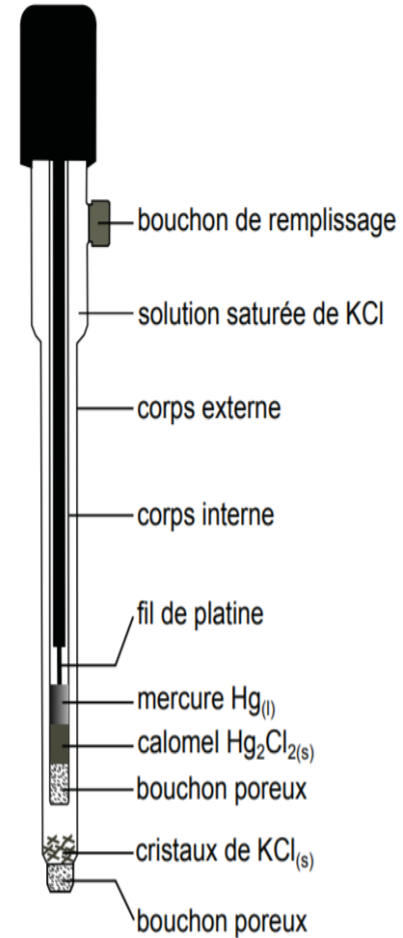
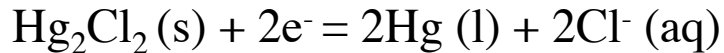


# Électrodes de référence

## Couple Ox/Red :

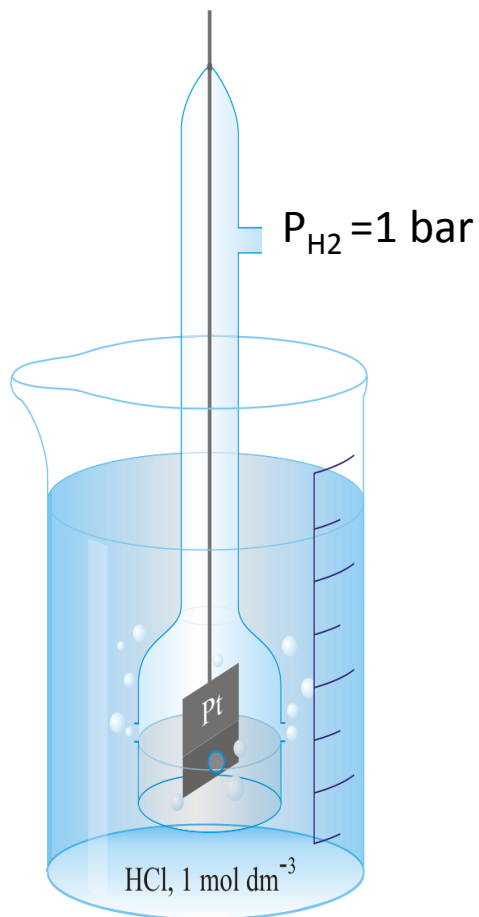


## Demi-équation:

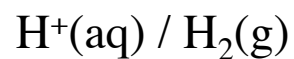


## Électrode au calomel saturée (ECS)

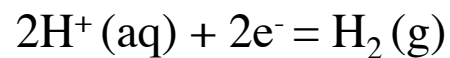
# Électrodes de référence



Couple Ox/Red :



Demi-équation:



Électrode standard à hydrogène (ESH)

# Potentiel d'électrode :

$$[\text{Fe}^{3+}] = \frac{V_0(\text{Fe}^{3+}) \times C_0(\text{Fe}^{3+})}{V_{\text{tot}}}$$

$$[\text{Fe}^{2+}] = \frac{V_{\text{versé}}(\text{Fe}^{2+}) \times C_0(\text{Fe}^{2+})}{V_{\text{tot}}}$$

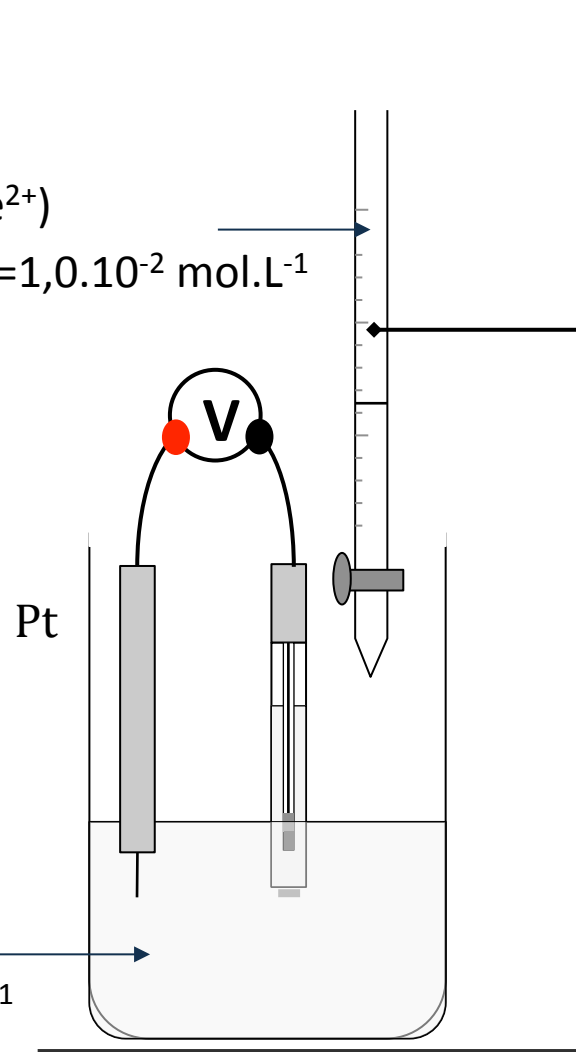
$$\frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = \frac{V_0(\text{Fe}^{3+})}{V_{\text{versé}}(\text{Fe}^{2+})} \text{ car } C_0(\text{Fe}^{3+}) = C_0(\text{Fe}^{2+})$$

$V_{\text{versé}}(\text{Fe}^{2+})$

$C_0(\text{Fe}^{2+}) = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$V_0(\text{Fe}^{2+}) = 20 \text{ mL}$

$C_0(\text{Fe}^{2+}) = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



# Analyse chimique d'une eau souterraine:



Eau souterraine : très enrichie en fer  
Le fer est sous forme d'ions ferreux.

- Conséquence d'une eau trop ferreuse



- **Réglementation :**  
Concentration  $< 0,2 \text{ mg/L}$   
 $[\text{Fe}^{2+}] < 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$

Afin de mettre au point un processus de traitement, il faut auparavant réaliser une analyse chimique : Titrage des ions  $\text{Fe}^{2+}$  dans l'eau souterraine

# Titrage potentiométrique des ions Fer (II)

	$\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$	$+ \text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})}$	$= \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$	
Avant l'équivalence	$V_0 \cdot C_0$ 	$\approx 0$ 		
A l'équivalence	$V_0 \cdot C_0 - x_{\text{éq}} \approx 0$	$V_{\text{versé}} \cdot C - x_{\text{éq}} \approx 0$	$x_{\text{éq}} = V_0 \cdot C_0$	$x_{\text{éq}} = V_0 \cdot C_0$
Après l'équivalence	$\approx 0$ 		$V_0 \cdot C_0$ 	$V_0 \cdot C_0$ 

Sulfate de cérium  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$   
 $C = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

**En tout point du dosage :**

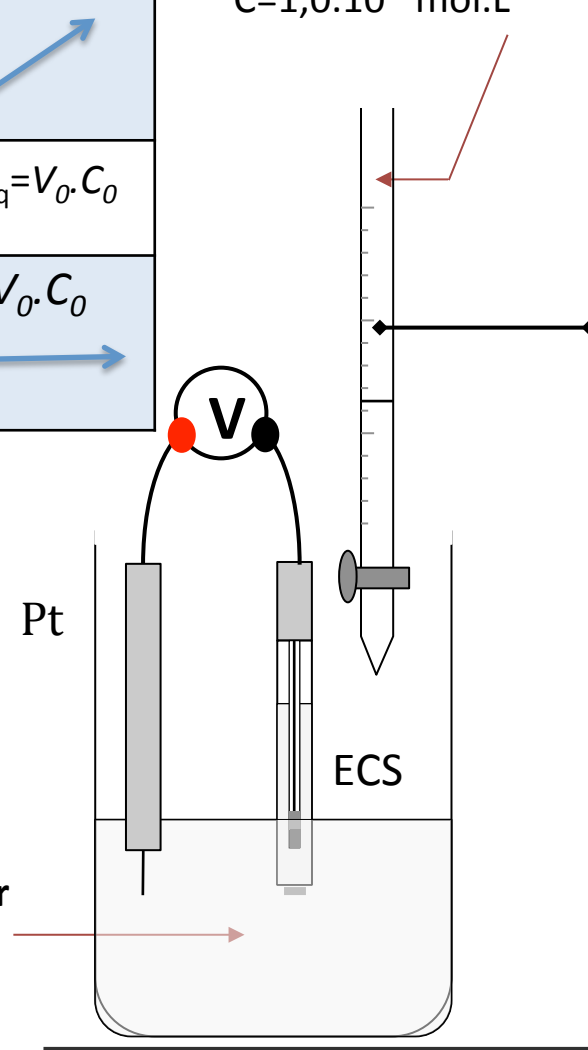
$$E = E_{\{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}\}} = E^{\circ}_{\{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}\}} + 0.06 \log\left(\frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}\right)$$

$$E = E_{\{\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{2+}\}} = E^{\circ}_{\{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}\}} + 0.06 \log\left(\frac{[\text{Ce}^{4+}]}{[\text{Ce}^{3+}]}\right)$$

**Solution de Sel de Mohr**

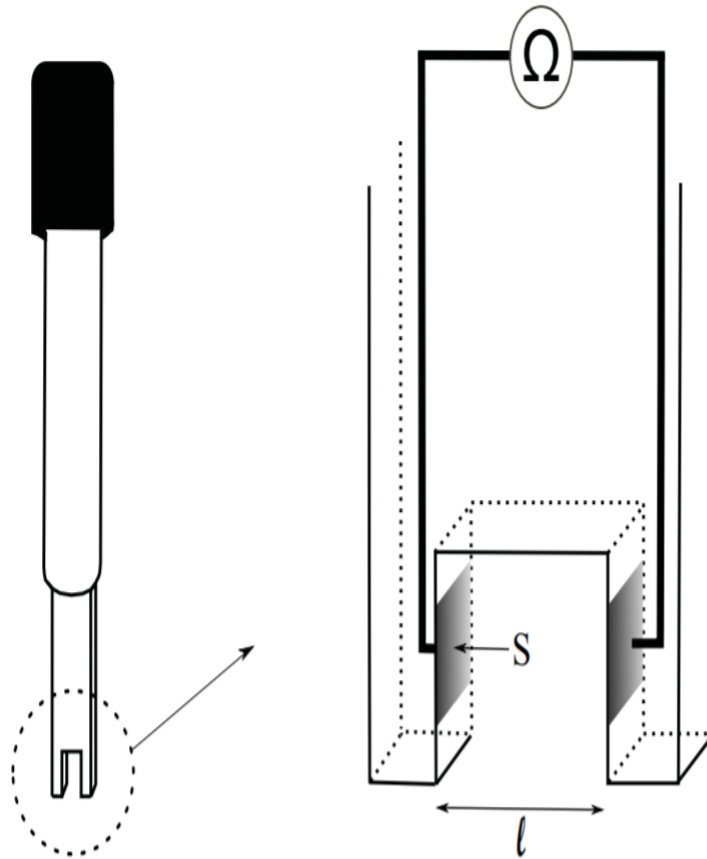
$V_0 = 20 \text{ mL}$

$C_0 = \text{Inconnue}$





# Cellule Conductimétrique



À gauche : schéma d'une cellule conductimétrique. À droite : zoom sur les plaques.

## Contrôle qualité d'un sérum physiologique



*Sérum Physiologique concentration massique 9g/L*