Piles et accumulateurs

Niveau : MP

Prérequis

- Notion d'espèces rédox et couples rédox
- Notion d'électrodes et demi-piles
- Potentiel rédox : potentiel standard, formule de Nernst
- Cinétique des réactions électrochimiques : relation entre intensité et vitesse des réactions électrochimiques
- Allures des courbes intensité-potentiel : couples rapides et couples lents, limitation par la diffusion, limitation par le solvant
- enthalpie libre standard de demi-équations rédox
- critère d'évolution spontanée d'un système

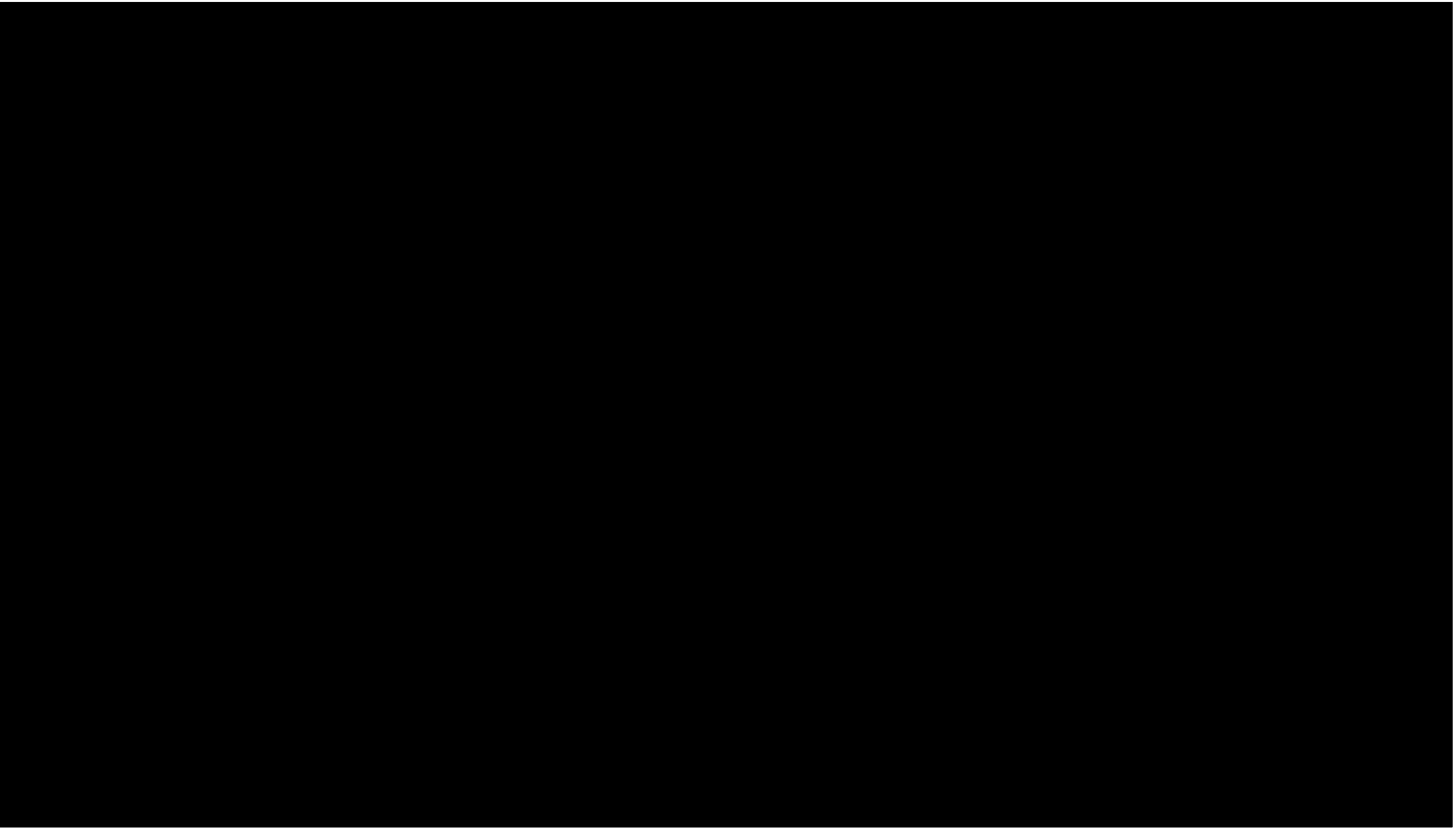
Points de difficulté

Points de difficulté identifiés	**Solution apportée**
différence entre pile et accumulateur	insister sur la définition des termes et expérience en fin de leçon
chapitre bilan sur le thème de l'oxydo-réduction	revenir sur les autres chapitres par des calculs et courbes
la cathode est-elle toujours le pôle + ?	revenir sur la définition de cathode et anode

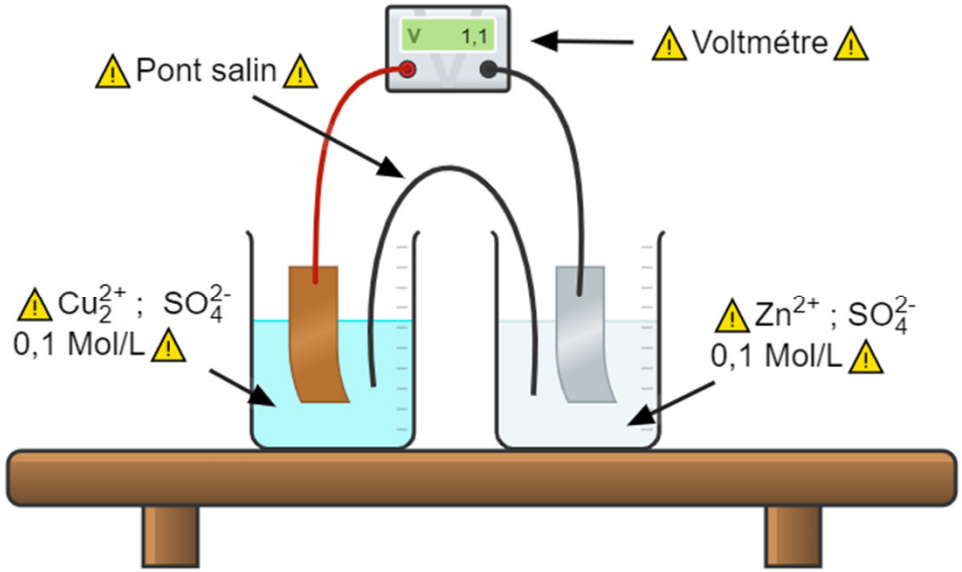
Un **accumulateur** permet de stocker de l'énergie électrique sous forme chimique et de la restituer sous forme de courant continu de manière contrôlée.

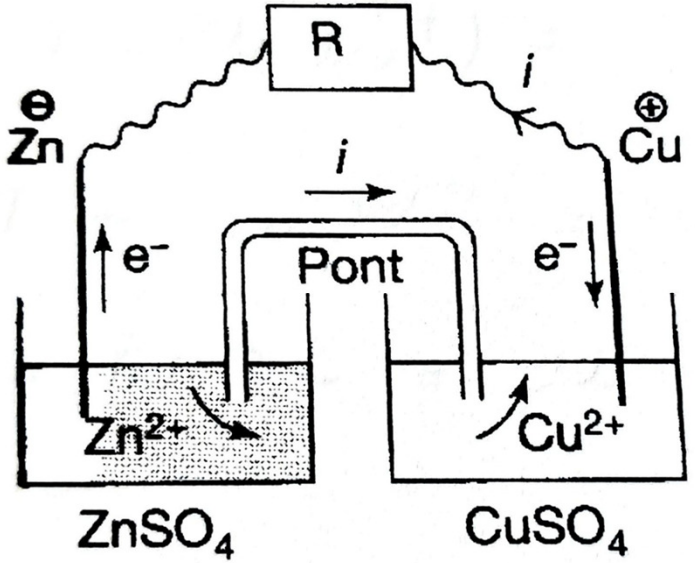
Son principe repose sur des **réactions rédox renversables**.

-> Comprendre comment fonctionne un accumulateur ainsi que le caractère renversable ou non d'une réaction rédox



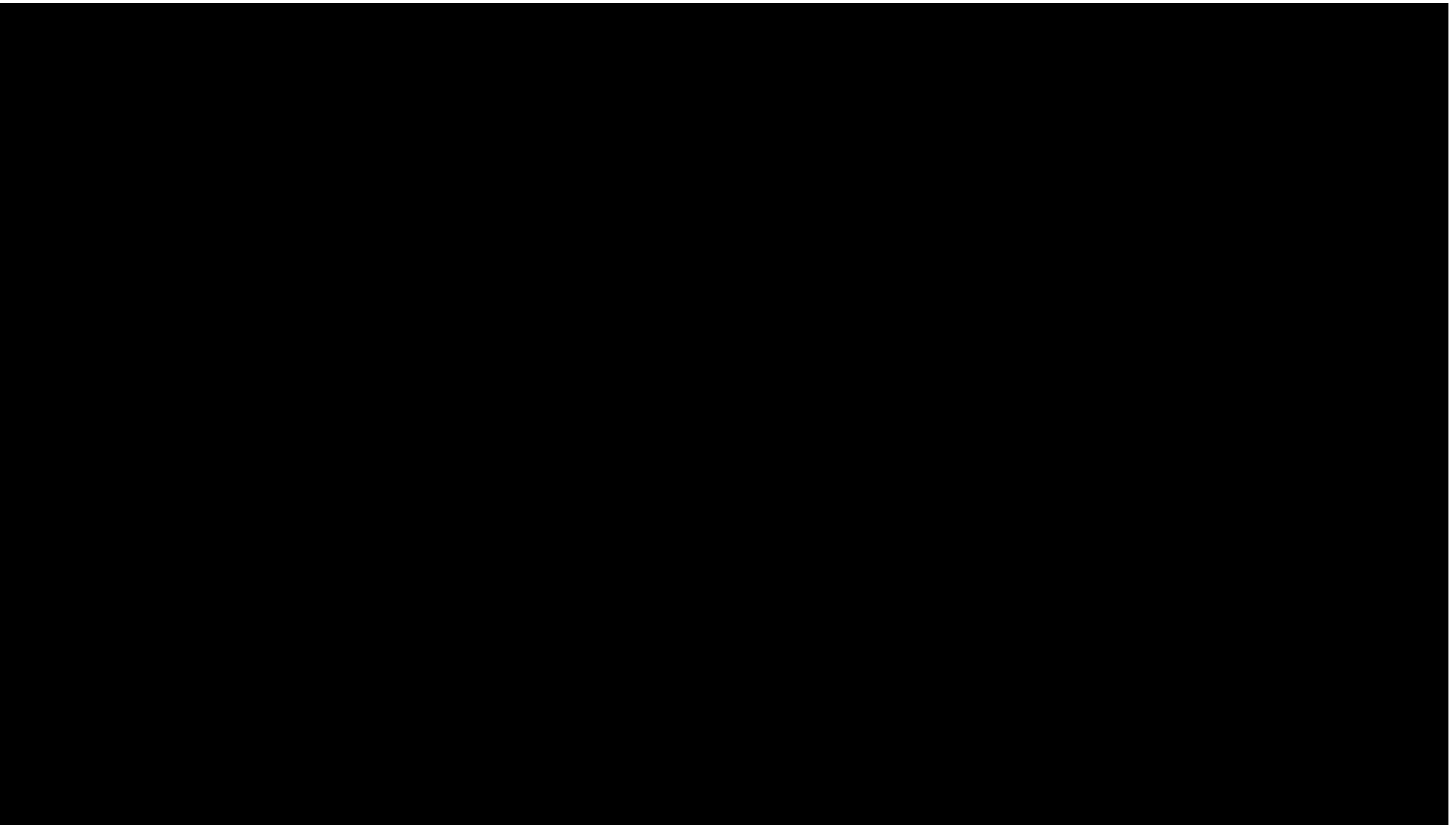
La pile Daniell





$$E^o_{(Cu^{2+}/Cu)} = 0,34V$$

$$E^o_{(Zn^{2+}/Zn)} = -0,76V$$



Décharge de l'accumulateur au plomb

Montage juste avant la décharge : 2 électrodes de plomb, dont l'une est recouverte par du dioxyde de plomb plongent dans une solution contenant de l'acide sulfurique à environ 1,7 M.

A l'anode :

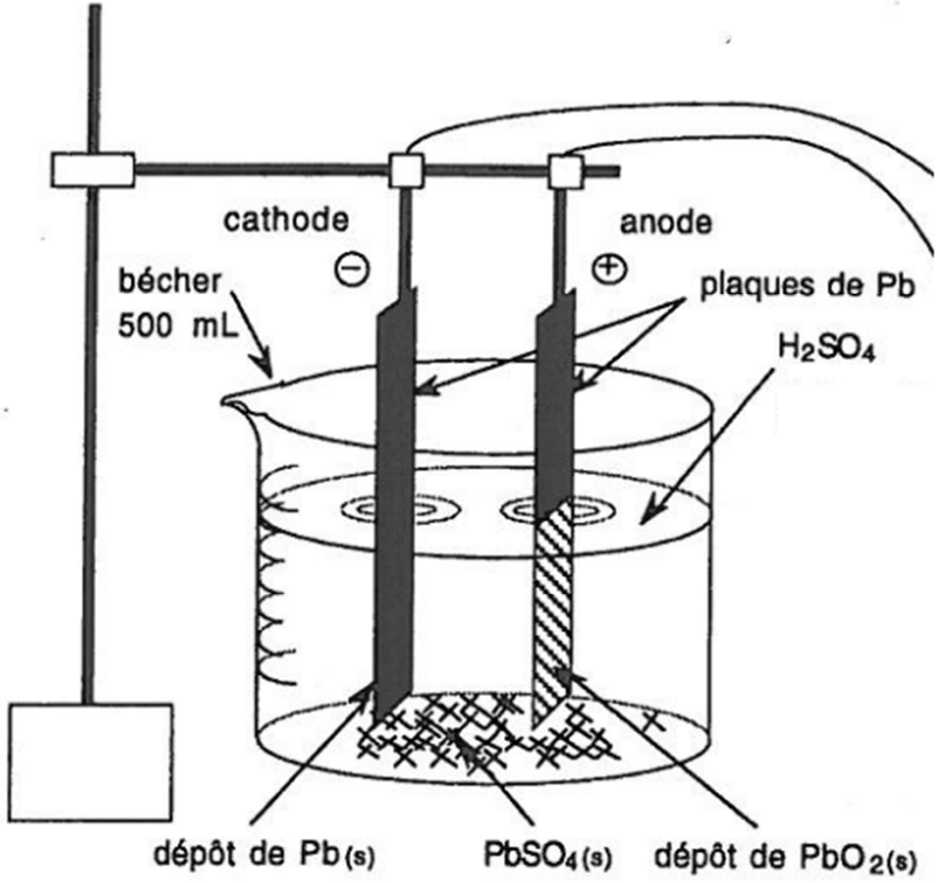
$$Pb + SO_4^{-2} = PbSO_4 + 2e^-$$

A la cathode :

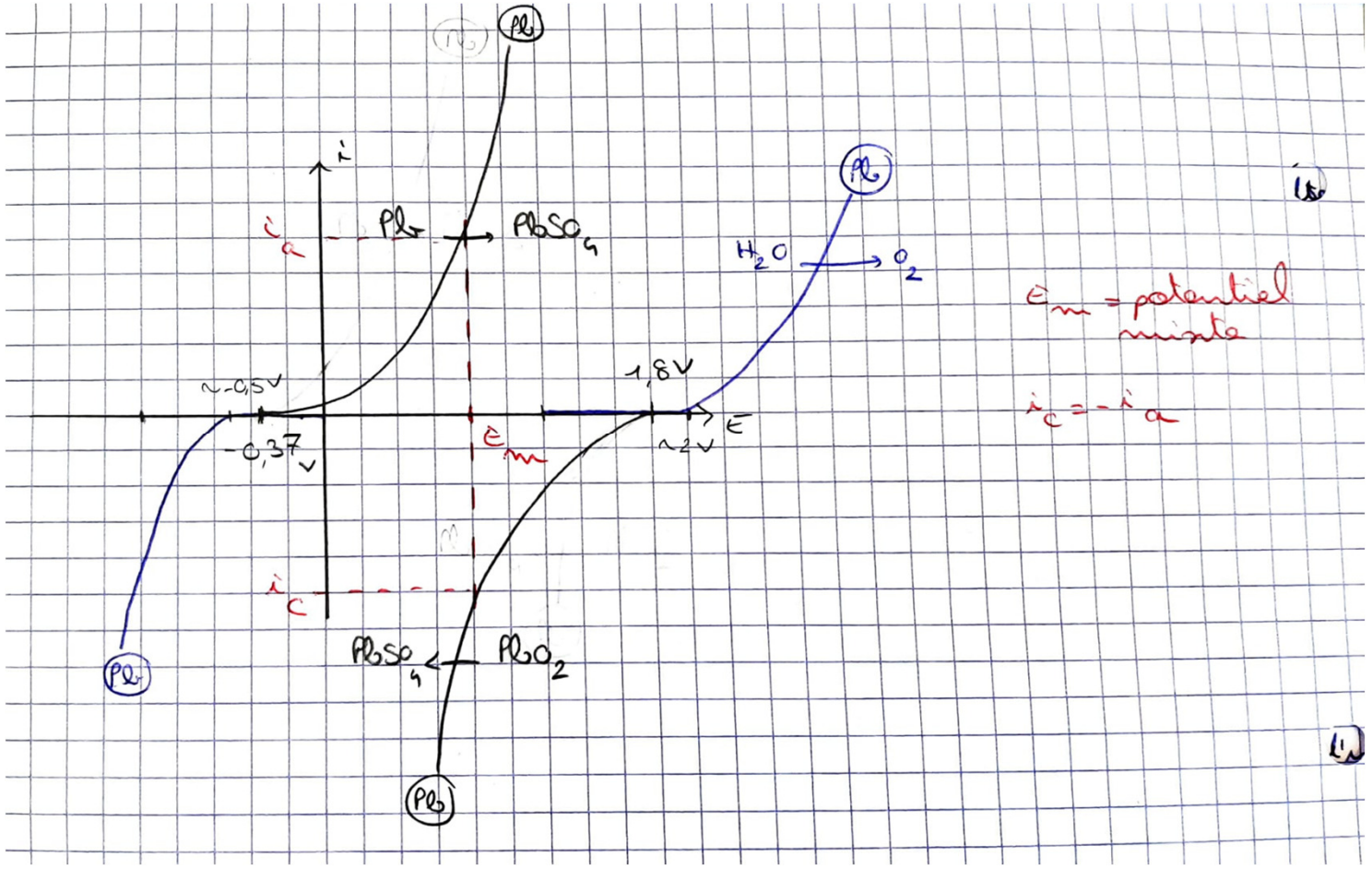
$$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- = PbSO_4 + 2H_2O$$

Bilan :

$$Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2SO^{2-}_{4(aq)} = 2PbSO_{4(s)} + 2H_20$$



Etude cinétique de la décharge de l'accumulateur au plomb



- surtension H+/H2 sur plomb : 0,5 V
- surtension O2/H2O sur plomb : 0,8V
- E(PbSO4 (s)/Pb) = -0,36V
- E(PbO2 (s)/PbSO4 (s)) = 1,7V

Exemple de l'électrolyse de l'eau

réduction cathodique :

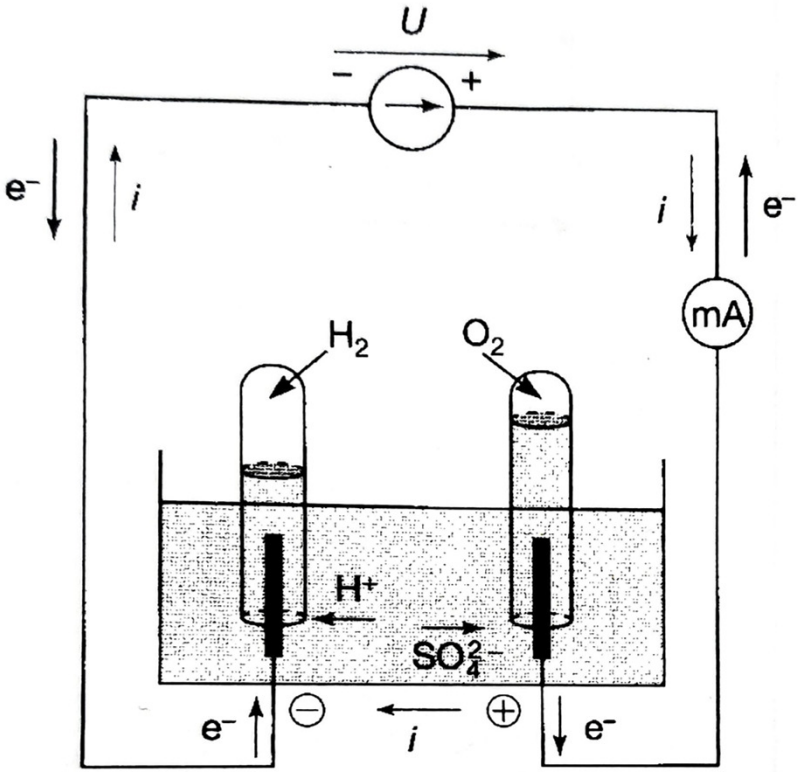
$$2H^+ + 2e^- = H_2$$

oxydation anodique :

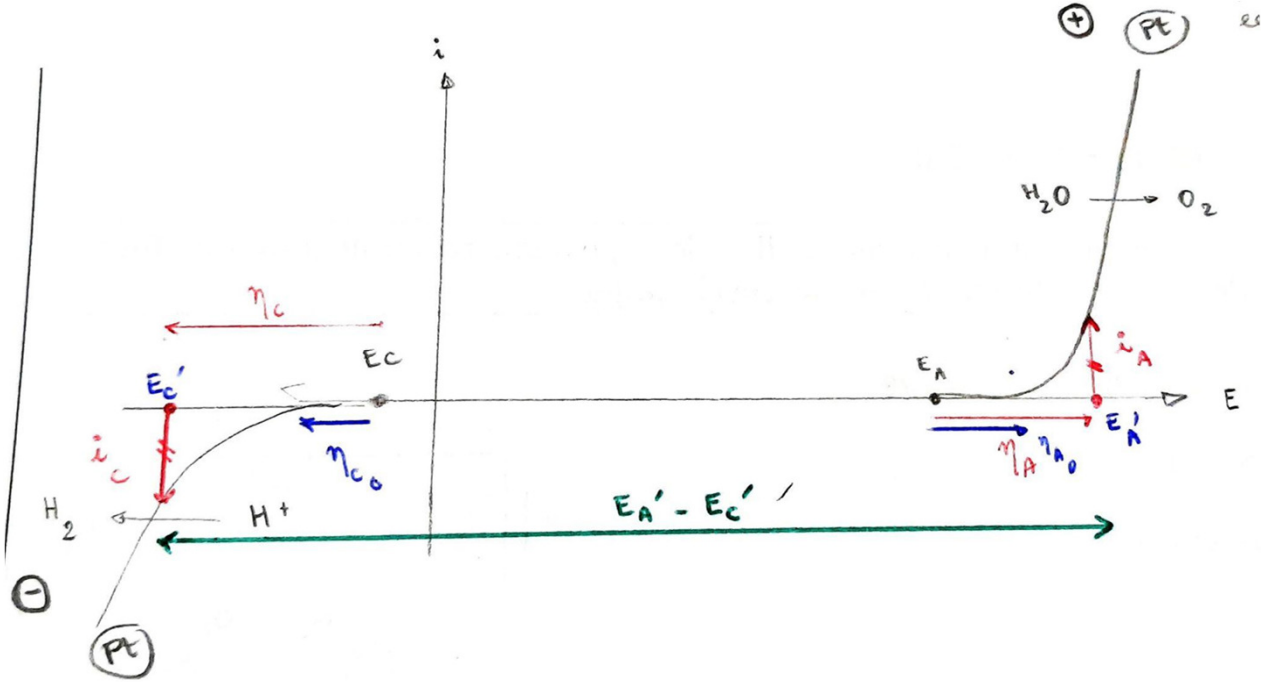
$$2H_2O = O_2 + 4H^+ + e^-$$

Bilan :

$$2H_2O = O_2 + 2H_2$$



Etude cinétique de l'électrolyse de l'eau



Différence de potentiel réelle :

U = (E'a - E'c) + ri où r correspond à la résistance interne du système

Charge de l'accumulateur au plomb

A l'anode :

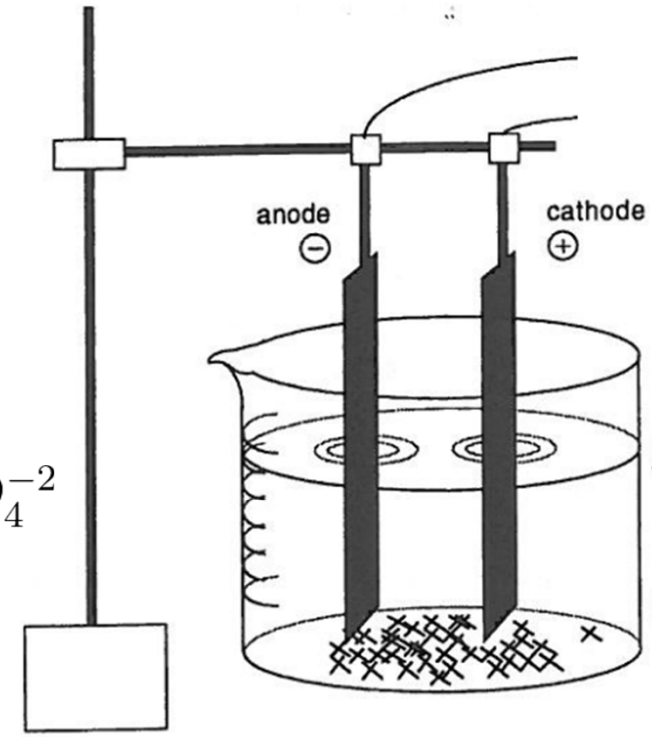
$$PbSO_{4(s)} + 2H_2O = PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2e^- + SO_4^{-2}$$

A la cathode :

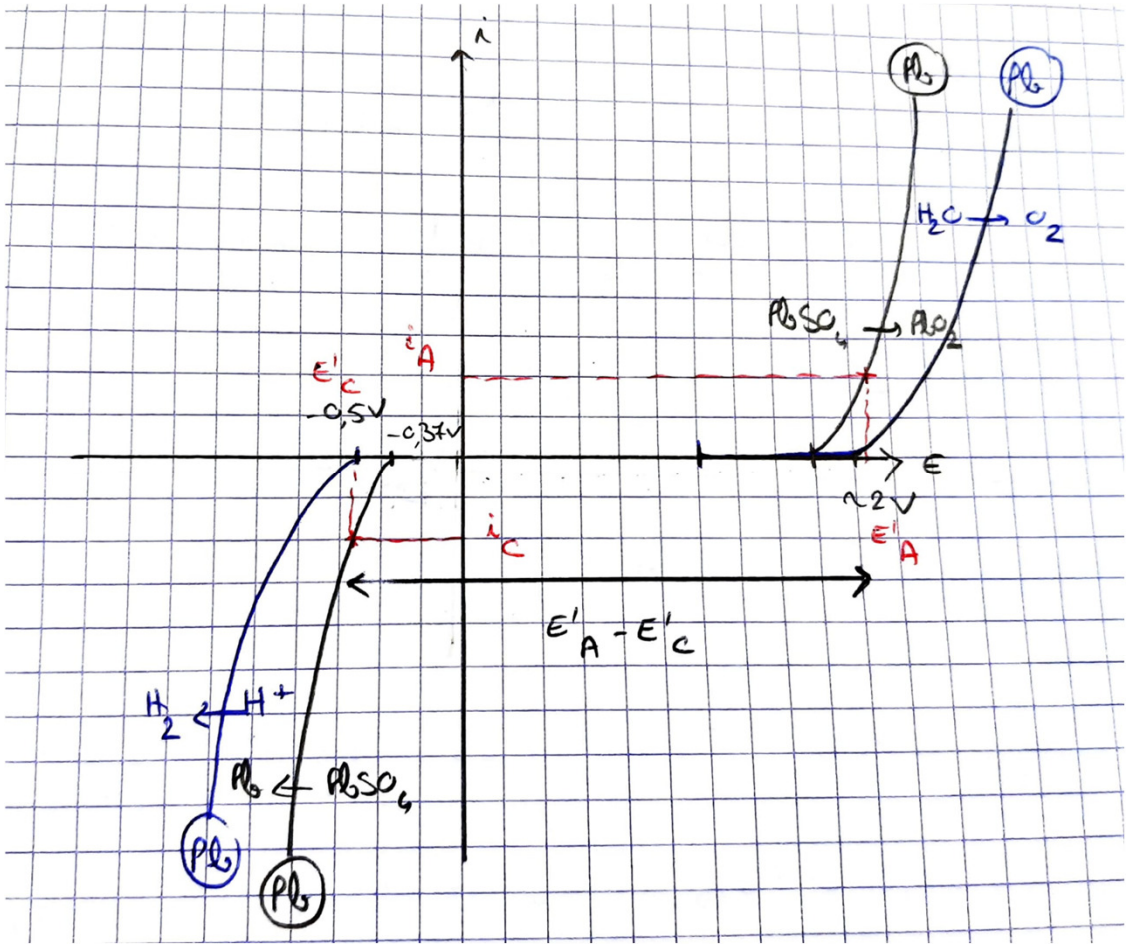
$$PbSO_{4(s)} + 2e^- = Pb_{(s)} + SO_4^{-2}$$

Bilan :

$$2PbSO_{4(s)} + 2H_2O = Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2e^- + 2SO_4^{-2}$$



Etude cinétique de la charge de l'accumulateur au plomb



Caractéristiques de l’accumulateur au plomb

	Accumulateur au plomb	Li-ion
densité d’énergie Wh/kg	27	100 à 265 Wh/kg
longévité	500 cycle	2 à 10% par an

Bibliographie

- accumulateur au plomb : avbf.fr
- voiture : kidoui.fr
- pile daniell :
- Sarrasin pour de l'electrochimie

Plan détaillé

1. Transformation spontanées
    1. piles définitions : def pile ; exmple pile daniel explication anode/cathode
    2. Thermodynamique :
        1. Demo drG pour pile : hyppothese de travail (tf mono , i~0, irré, u=e) / 1pp / 2pp / DrG=-nFe
        2. Remarque: e depndant de T / e =e° -RT/nFln(Q) / source d'irréversibilité
        3. ex Pile daniel: calcule de U / exp / explication de la tension faible
    3. Etude de la cinétique: accumulateur au plomb
        1. Tracer courbe I-E explication du potencile mixe
2. Electrolyseur
    1. Principe
        1. définition
        2. ex: electrolyse de l'eau
    2. Etude thermodynamique: Ea-Ec < U
    3. Interprétation cinétique: U = E'a - E'c + ri pour faire l'électrolyse
3. Accumulateur

Question

Dans les pile alcalin qui a t'il ?
Potassium

pile lecanché ?
manganèse

Ajouter des ions ?
Electrolyte support

Tube pont salin ?
Kn03 limite la résistance dans le pont salin il n'y a que des ion qui circule (!!! pas de e-!!!)

Eq de Nernst réel ?

Comment retrouver le K° avec les E°?

Quelques piles

Type de pile		Tension	Densité d'énergie	Description
Salines		1,5 V	70 Wh/kg	Inventées en 1866, elles sont formées d'un électrolyte acide constitué de chlorure d'ammonium auparavant appelé salin Peu coûteuses et peu performantes
Alcalines		1,5 V	160 Wh/kg	Constituées d'un électrolyte basique, principalement à base de soude ou de potasse, un métal alcalin Un peu plus chères que les piles salines, mais aussi plus performantes
Lithium-$SOCl_2$		3,6 V	2 690 Wh/kg	Leur durée de vie est jusqu'à 7 fois supérieure à celle des piles alcalines et elles délivrent 3,5 V contre 1,5 V pour les alcalines Elles sont aussi plus légères, résistantes aux températures extrêmes et peuvent être conservées bien plus longtemps Les plus onéreuses, mais aussi les plus puissantes

Hachette Livre 2020. Physique Chimie Terminale STI2D

Quelques batteries

Type de batterie	Énergie spécifique	Nombre de cycles (charge et décharge)	Autodécharge (par mois)	Tension nominale d'un élément	Utilisation
Plomb	40 Wh/kg	800	5 %	2 V	Véhicules routiers Véhicules électriques Site isolé non raccordé au réseau
Ni/MH	80 Wh/kg	1 500	20 %	1,2 V	Téléphones portables Appareils photo Rasoirs électriques
Lithium-ion	200 Wh/kg	1 200	3 %	3,6 V	Téléphones portables Véhicules électriques Appareils photo Ordinateurs portables
Lithium-polymère	170 Wh/kg	250	5 %	3,7 V	Véhicules électriques légers Téléphones portables

Hachette Livre 2020. Physique Chimie Terminale STI2D