

# LC8 : Conversion réversible d'énergie chimique en énergie électrique

## Element imposé

Electrolyse

## Introduction pédagogique

Niveau L2

### Prérequis :

- Réactions d'oxydoréduction (Nernst, potentiels, fem, équations...) (L1)
- Thermodynamique des réactions redox (Enthalpie libre, critère d'équilibre (hypothèse)...) (L2)
- Cinétique des réactions redox (courbes i-E : utilisation et tracé) (L2)
- Piles (Daniell (L1), Leclanché, alcaline..) (L1 et L2)

### Difficultés :

- Bien distinguer le traitement "à vide" et "en fonctionnement"
- Nouvelles grandeurs à assimiler
- Beaucoup de vocabulaires dont du trompeur (pile, accumulateur, Capacité etc)
- Beaucoup d'unités

### Biblio :

- Linden
- Fosset PC/PC\*
- Miomandre
- Sarrazin (accumulateur Pb)

### Activités liées

- TD : Application sur un accumulateur Ni-Cd
- TP et approche documentaire : Pile à combustible et électrolyse de l'eau

**Objectif** Comprendre les 2 phases de fonctionnement d'un accumulateur et connaître les principales caractéristiques d'une batterie et comment les optimiser.

# Introduction

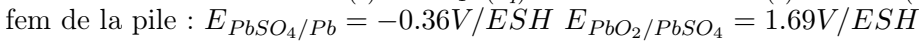
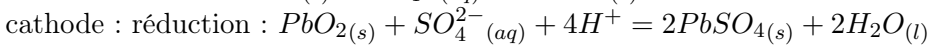
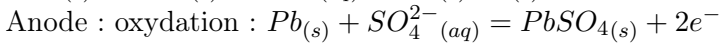
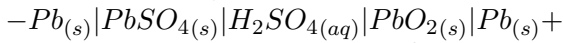
On va voir quelle batterie choisir pour son portable.

## 1 Accumulateur

accumulateur = système capable de convertir l'énergie chimique en énergie électrique de façon renversible

### 1.1 Description de l'accumulateur au plomb

Projection d'abord le moteur réel puis le schéma en accu M Planté en 1859 Batterie association d'accumulateur en série et/ou en parallèle



Donc  $e^\circ = 2.05 V$

### 1.2 Fonctionnement en pile

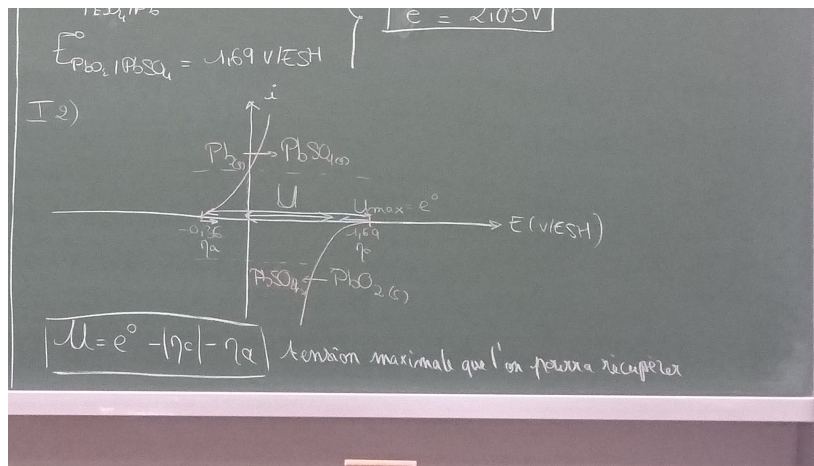


FIGURE 1

### 1.3 Fonctionnement en electrolyseur : charge

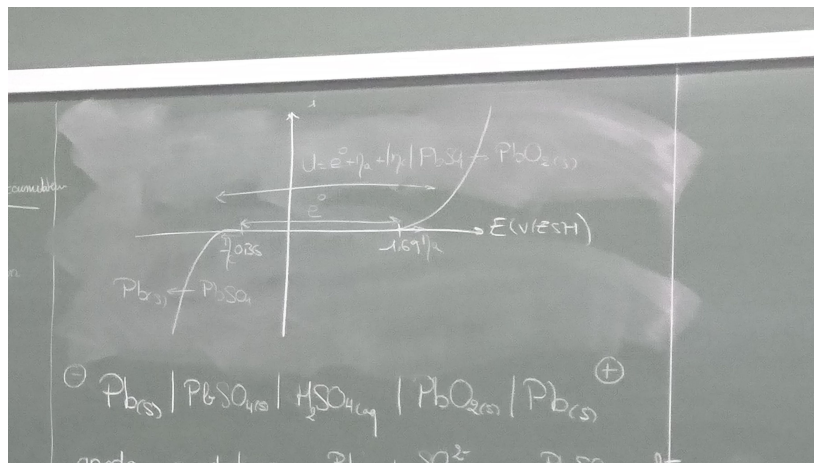


FIGURE 2

Transition : Votre batterie de portable vous avez beau la rechargé elle tient plus une journée, au bout d'un moment.

## 2 Ecart à l'idéalité et optimisation

### 2.1 Sources d'irréversibilité : les processus non faradiques

Pendant l'électrolyse :  $U = e^\circ + \eta_a + \eta_c + Ri$  Chute Ohmique : dissipation par effet Joule  $R =$  résistance de l'électrolyte

Rendement faradique : Courant faradique = courant qui contribue à la réaction Non faradique : le "reste" du courant

$$\eta = \frac{Q_{\text{contribue à la réaction}}}{Q_{\text{tot}}}$$

$$Q_{\text{tot}} = i \Delta t$$

$$\text{Loi de Faraday : } Q = n_e F = n_e N a q$$

avec  $F =$  constante de Faraday  $q =$  charge de l'électron  $n_e =$  nombre de mol d'électron échangé au cours de la réaction

$$n_e = 2n_{Pb} \text{ puis } Q = \frac{2m_{Pb} F}{M_{Pb}}$$

### 2.2 Caractéristique des batteries

Batterie classiques : Tension : accumulateur au plomb : 12V Capacité de Stockage :  $Q$  (en Ah) homogène à C. 1 Ah = 3600 C Charge qui permet de faire fonctionner la batterie sur 1A pendant 1h.

Projection Miomandre et Linden des courbes de première et deuxième décharges de l'accumulateur au plomb

Densité massique d'énergie :  $D_m$  (Wh/kg) 40 Wh/kg, 250 g pour un telephone

## 3 Conclusion

Nombre de cycle de l'accumulateur en plomb inférieur à 500 donc accu au Pb pas fou pour les portables, donc on verra batterie Li-ion

Ouverture : Autres aspects : couts, temps de charge, recyclage, extraction des métaux etc.

## 4 Question

- Autre type de conversion ? Conversion mécanique à électrique (centrale), électrique à mécanique
- Autre application industrielle de l'électrolyse ? Purification de métaux (métallurgie)
- Comment sensibiliser les élèves à la notion d'enjeux écologique et contexte énergétique ? Ajouter une partie sur impact environnemental et/ou ajouter à l'approche documentaire
- Pourquoi avoir choisi l'accumulateur Ni-Cd ? Simple
- Intérêt par rapport à celui présenté ? Ici c'est eux qui font
- Notion vues en fin de TP ? Changer la cathode pour voir que la surtension sera modifiée
- Historiquement, importance de l'électrolyse ? 1807 permet d'isoler le potassium, permet d'isoler pleins d'éléments K, Ca etc
- comment valoriser le dihydrogène ormis la pile à combustible ? Haber Bosch
- On parle d'un seul accumulateur à la fin ou de la batterie ? Les deux mélanger mais justement on essayait de montrer qu'il y avait besoin d'en mettre plusieurs en série
- Electrode de quel type ? 2ième espèce
- Comment on trace les courbes i-E expérimentalement ? Montage à 3 électrode
- A quoi sert l'électrode de référence ? Sinon on mesurerait
- Electrodes de référence ? ECS, nitrate d'argent, standard à hydrogène
- Intérêt ? Depend uniquement de la température
- De quoi dépendent les surtensions ? Du système, de l'électrode, du courant
- Choix pédagogique de pas dire que dépend du courant ? Non, on aurait du fixer un courant tout le long de la leçon
- Comment minimiser la chute ohmique ? Maximiser la surface des électrodes, utiliser un électrolyte fort, etc
- Que dire à un étudiant qui comprend pas qu'une réaction se fait dans un sens plutôt qu'un autre ? Calculer le quotient réactionnel
- Comment ? Donner une échelle de potentiel

- Couple rapide ou lent ici ? Plutôt rapide car industriel mais ici exemple donc autant la mettre même si elle vaut 0
- A quoi est due l'existence de palier de diffusion ?
- Comment définir le rendement de décharge ? Rendement thermo, travail électrique sur énergie apportée
- Pourquoi parler batterie avant accumulateur ? Pour contextualiser mais pb
- Consigne aux étudiants pour qu'il détermine le rendement faradique ? On trace le courant au cours du temps et on fait une intégration pour avoir  $Q$ .
- Si transfert de charge limitant ? C'est ce qui se passe dans les surtensions (couple de l'eau échange de 4 électrons donc grandes surtensions)
- Quelle équation ? Butler Volmer
- But de l'optimisation pour une électrolyse industrielle et comment on la met en place ? On peut jouer sur les matériaux pour consommer moins d'énergie, cherche à minimiser la chute ohmique, sur les concentrations en cuivre
- Type d'évaluation ? Pour partie théorique : évaluation classique avec des exercices et pour TP/approche documentaire : Compte-rendu à faire : évaluation sur réaliser, restituer etc.

## 5 Retour

Bon choix de ne pas faire QUE l'électrolyse. Faire rendement charge et décharge de l'accumulateur au plomb. Bien faire le lien monde de la théorie et réalité. Faire la contextualisation dans l'intro (voitures électriques, parler recyclage, conversion d'électrique vs thermique) et à ce moment bien insister sur la conversion (schéma conversion à récupérer chez Emma). Bien de mettre la conversion Ah (industrie) et coulomb (utilisé par les élèves) Ne pas mettre pile dans le plan : dire fonctionnement en charge et décharge mais bien préciser électrolyse (car élément imposé) Dans le grand 1A ne pas refaire les demi-équations mais faire de la thermo (pourquoi on va dans un sens spontanément et pas un autre) Ne pas mettre la définition de courant non faradique

Mettre la loi de Faraday en pré-requis.

Donner rendement charge et décharge et Dire : U c'est thermo on peut pas jouer mais on comment on peut améliorer la conversion ? Diminuer la surtension etc

FIGURE 3