

1. But

Identifier l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans un accumulateur à partir de la polarité de l'accumulateur ou des couples oxydant/réducteur. Écrire les équations des réactions aux électrodes. Expliquer le fonctionnement d'un accumulateur. Associer charge et décharge d'un accumulateur à des transferts et conversions d'énergie.

2. Introduction : Piles et accumulateurs

Piles et accumulateurs quelles différences ?

Les piles et les accumulateurs sont utilisés comme source d'énergie. On distingue ainsi :

- **Les piles électriques** (pile bâton et pile bouton), qui, contrairement aux batteries et accumulateurs, est à usage unique et ne peut être rechargée. Non rechargeables, on les trouve le plus souvent dans les petits appareils (télécommande, réveil, montre, etc.).

- **Les accumulateurs (ou accus)** qui, eux, sont rechargeables (500 à 2000 fois). Vendus avec ou sans chargeur, certains, que l'on appelle plus communément piles rechargeables, peuvent remplacer les piles bâton (accumulateurs Ni-Mh ou Ni-Cd). Les accumulateurs portables (<1kg) sont ainsi utilisés dans des produits d'usage courant (calculatrices, téléphones portables, lecteurs MP3...) alors que les accumulateurs non portables (>1 kg) sont à destination des véhicules principalement.

Et les "batteries" ?

Dans le langage courant, les mots accumulateur et batterie sont souvent confondus. On parle ainsi souvent de batterie pour l'accumulateur incorporé dans son téléphone portable, appareil photo numérique, etc.

Or une batterie désigne un assemblage de piles ou d'accumulateurs, couplés pour obtenir un voltage supérieur.

Piles et accumulateurs. Lesquels sont des déchets dangereux ?

Rejetés sans précaution, les piles et accumulateurs peuvent libérer dans l'environnement de nombreux composés dangereux : acide, plomb, aluminium, lithium, mercure ... Et pourtant, s'ils sont collectés puis traités convenablement, leurs composants sont en grande partie récupérés et valorisés, limitant ainsi notre prélèvement sur les ressources naturelles. Depuis le 1er janvier 2001, la collecte des piles et accumulateurs est **obligatoire**, quel que soit leur type, même si tous ne sont pas classés comme déchets dangereux. Sont considérés comme déchets dangereux :

- les accumulateurs au plomb (surtout utilisés comme batteries de démarrage des voitures),
- les accumulateurs Nickel - cadmium (Ni-Cd), (de plus en plus remplacés par les accumulateurs Ni-MH),
- les piles contenant du mercure (piles bouton)
- les électrolytes de piles et accumulateurs usagés.

En revanche, les piles salines et alcalines usagées ne sont pas considérées comme des déchets dangereux.

D'après <http://www.consoglobe.com/dechets-dangereux-piles-accumulateurs-3655-cg>

Trois types de piles et accumulateurs tels que définis par la directive 2006/66/CE

D'après rapport annuel ADEME

Piles ou accumulateurs portables



Piles, piles boutons, assemblages en batterie ou accumulateurs
 • sont scellés et
 • peuvent être portés à la main et
 • ne sont ni une pile ou un accumulateur industriel, ni une pile ou un accumulateur automobile.

Piles ou accumulateurs automobiles



Toute pile ou accumulateur destinés à alimenter un système de démarrage, d'éclairage ou d'allumage.

Piles ou accumulateurs industriels



Toute pile ou accumulateur conçus à des fins exclusivement industrielles ou professionnelles ou utilisés dans tout type de véhicule électrique.

Évolution des tonnages mis sur le marché par nature de P&A depuis 2002

| | | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Piles (en tonnes) | Ni-MH | 811 | 546 | 968 | 1 371 | 1 966 | 1 852 | 1 629 | 2 094 |
| | Ni-Cd | 2 940 | 1 685 | 1 938 | 1 742 | 2 229 | 2 386 | 2 283 | 2 202 |
| | Lithium | 607 | 705 | 840 | 1 118 | 1 302 | 2 297 | 2 648 | 3 312 |
| | Plomb | 181 726 | 212 028 | 167 798 | 203 501 | 192 626 | 188 757 | 207 677 | 189 042 |
| | Autres | 908 | 594 | 2 | 2 | 0 | 0 | 501 | 29 |
| Total piles et accumulateurs (en tonnes) | | 206 836 | 241 327 | 198 584 | 235 586 | 226 867 | 222 002 | 239 620 | 221 074 |

- ① Quelle conversion d'énergie se produit dans un accumulateur lors de la charge ? lors de la décharge ?
- ② Quelle(s) différence(s) existe(nt)-t-il entre une pile et un accumulateur ?
- ③ Qu'est-ce qu'une batterie ?
- ④ Quels sont les composés dangereux libérés dans l'environnement par les piles et accumulateurs ?
- ⑤ Une pile alcaline usagée doit-elle être recyclée ? (justifier).
- ⑥ Quelles sont les significations des symboles « Ni.Cd » et Ni.Mh » ?
- ⑦ La directive européenne {2006/66/CE} concernant le recyclage des piles et accumulateurs propose la nomenclature donnée ci-dessus. Quelles sont les catégories des piles et des accumulateurs ?
- ⑧ Les tramways, les trains utilisent des batteries (Ni-MH) dont les caractéristiques sont : 750V - 30kWh - 200kW - masse du système 1t.
 - a) A quelle catégorie de la norme {2006/66/CE} appartient ce type de batterie ?
 - b) Quelles sont les grandeurs associées aux valeurs 750 V, 30 kWh et 200 kW ?
- ⑨ Quelle est l'évolution des mises sur le marché d'accumulateurs Lithium depuis 2002 ?

3. Etude d'un accumulateur au plomb

3.1 Charge de l'accumulateur

- ① Réaliser une cellule d'accumulateur au plomb en trempant deux électrodes de plomb, préalablement décapées à la toile émeri, dans bécher contenant une solution d'acide sulfurique de concentration $C = 1 \text{ mol.L}^{-1}$. Mesurer la tension entre les deux électrodes de plomb et noter la valeur de la tension.
- ② Brancher le générateur et l'ampèremètre aux bornes des deux électrodes et régler le courant à 100 mA. (La borne rouge du générateur doit être branchée, avec un fil rouge, à la pince crocodile rouge) Brancher un voltmètre aux bornes des électrodes. Au bout de 10 min environ arrêter le générateur. Mesurer la tension entre les deux électrodes de plomb et noter la valeur de la tension. **Débrancher les fils aux bornes du générateur.**
 - ③ Faire le schéma de ce circuit.
 - ④ Compléter sur le schéma le sens de circulation des électrons lors de la charge.
 - ⑤ Noter les observations et écrire les équations observées aux électrodes lors de la charge.
 - ⑥ Indiquer la nature des réactions à chaque électrode. (oxydation ou réduction)
 - ⑦ Indiquer alors l'anode et la cathode sur le schéma.

3.2 Décharge de l'accumulateur

- ① Enlever le générateur et le remplacer par une résistance de 47Ω . Noter la valeur de l'intensité dans le circuit et la tension aux bornes de l'accumulateur.
- ② Faire le schéma de ce circuit.
- ③ Indiquer les sens de circulation des électrons.
- ④ Écrire les réactions aux électrodes à la décharge.
- ⑤ Indiquer la position de l'anode et de la cathode sur le schéma.
- ⑥ Indiquer la polarité des électrodes de l'accumulateur.
- ⑦ Comment peut-on observer la fin de la décharge de l'accumulateur ?

3.3 Quantité d'électricité et bilan de la charge

- ① Remplacer le générateur dans le circuit et le régler sur une intensité de charge $I_C = 100 \text{ mA}$, (maintenir cette intensité pendant toute la charge). Déclencher le chronomètre pour réaliser ainsi une charge pendant $\Delta t_C = 120 \text{ s}$
- ② Remettre le chronomètre à zéro et remplacer le générateur par une résistance. Chronométrer le temps Δt_D de la décharge (la fin de la décharge est repérée quand l'intensité se met à chuter rapidement.) Relever la valeur stable du courant de décharge I_D et la valeur du temps de décharge Δt_D .
- ③ Calculer les quantités d'électricité qui ont traversé l'accumulateur à la charge Q_C et à la décharge Q_D .
- ④ Calculer le rendement en quantité d'électricité de l'opération de charge-décharge donné par la relation : $\eta_Q = Q_D/Q_C$.
- ⑤ Calculer la capacité maximale Q_C de cet accumulateur en A.h et en mA.h.

Données : Couples impliqués dans cette expérience : $\text{PbO}_{2(s)}/\text{Pb}^{2+}_{(aq)}$ $\text{Pb}^{2+}_{(aq)}/\text{Pb}_{(s)}$
 PbO_2 (s) est marron. Le Plomb Pb pulvérulent est de couleur noire. 1 A.h = 3 600 C.