

Piles et accumulateurs

Prérequis

Avant d'aborder le sujet des piles et accumulateurs, il est essentiel de maîtriser les concepts suivants acquis en classes précédentes :

- **Seconde** : Notions de base sur les atomes, les ions, les réactions chimiques et les oxydoréductions. Compréhension de la notion d'énergie.
- **Première** : Connaissance des transformations chimiques spontanées et non spontanées. Notion de potentiel chimique. Compréhension des unités de mesure de l'énergie (Joules). Connaissance des lois de l'électricité (tension, courant, résistance).
- **Progression dans l'année** : Ce chapitre s'inscrit généralement après l'étude des réactions d'oxydoréduction et des notions d'électrochimie. Il prépare à l'étude des phénomènes de corrosion et des applications des piles et accumulateurs dans divers domaines technologiques.

Chapitre 1 : Introduction aux piles et accumulateurs

Définitions et différences fondamentales

Une **pile** est un dispositif électrochimique qui convertit l'énergie chimique en énergie électrique grâce à une réaction d'oxydoréduction spontanée. Cette réaction se produit une seule fois, et une fois les réactifs consommés, la pile est déchargée et ne peut plus fournir de courant électrique.

Un **accumulateur** (ou batterie) est également un dispositif électrochimique qui convertit l'énergie chimique en énergie électrique, mais contrairement à une pile, sa réaction est **réversible**. Cela signifie qu'il peut être rechargé en appliquant un courant électrique externe, ce qui inverse la réaction d'oxydoréduction et restaure les réactifs initiaux.

En résumé, la principale différence réside dans la **réversibilité** de la réaction chimique : spontanée et irréversible pour une pile, réversible pour un accumulateur.

Fonctionnement général d'une pile

Une pile est constituée de deux **électrodes** (une anode et une cathode) plongées dans un **électrolyte**. L'anode est l'électrode où se produit l'oxydation (perte d'électrons), tandis que la cathode est l'électrode où se produit la réduction (gain d'électrons). Le courant électrique est généré par le flux d'électrons de l'anode vers la cathode à travers un circuit externe. L'électrolyte permet la migration des ions pour maintenir la neutralité électrique.

Exemple : La pile Daniell

La pile Daniell est un exemple classique de pile électrochimique. Elle est constituée d'une électrode

de zinc (Zn) plongée dans une solution de sulfate de zinc (ZnSO_4) et d'une électrode de cuivre (Cu) plongée dans une solution de sulfate de cuivre (CuSO_4). Les deux solutions sont séparées par une membrane poreuse qui permet le passage des ions mais empêche le mélange direct des solutions.

- **À l'anode (Zn) :** $\text{Zn(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ (oxydation)
- **À la cathode (Cu) :** $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu(s)}$ (réduction)

La réaction globale est : $\text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$

Chapitre 2 : Caractéristiques des piles et accumulateurs

Tension (force électromotrice)

La **tension** d'une pile ou d'un accumulateur, également appelée **force électromotrice (f.é.m.)**, est la différence de potentiel électrique entre l'anode et la cathode. Elle est mesurée en **volts (V)**. La tension d'une pile dépend des métaux utilisés pour les électrodes et de la concentration des ions en solution.

Capacité et énergie stockée

La **capacité** d'une pile ou d'un accumulateur est une mesure de la quantité de charge électrique qu'elle peut fournir. Elle est généralement exprimée en **ampères-heures (Ah)**. Un Ah correspond à un courant de 1 ampère pendant 1 heure.

L'**énergie stockée** dans une pile ou un accumulateur peut être calculée à partir de sa tension et de sa capacité :

$$E = U \cdot Q$$

où :

- E est l'énergie en Joules (J)
- U est la tension en Volts (V)
- Q est la charge en Coulombs (C). Sachant que $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$, on peut exprimer l'énergie en Joules : $E = U \cdot I \cdot t$ où I est l'intensité en Ampères et t le temps en secondes.

Courant de décharge et durée de vie

Le **courant de décharge** est le courant électrique que la pile ou l'accumulateur fournit à un circuit externe. La **durée de vie** d'une pile ou d'un accumulateur dépend du courant de décharge et de sa capacité. Un courant de décharge élevé réduit la durée de vie.

Chapitre 3 : Types de piles

Pile Daniell (approfondissement)

Comme mentionné précédemment, la pile Daniell est un exemple classique. Sa tension théorique est d'environ 1,1 V. Cependant, sa tension diminue lorsque les concentrations des ions Zn^{2+} et Cu^{2+} varient.

Pile au zinc-carbone (pile sèche)

C'est le type de pile le plus courant pour les applications domestiques (lampes de poche, jouets, etc.). Elle utilise une électrode de zinc comme anode, un mélange de dioxyde de manganèse (MnO_2) et de carbone comme cathode, et une pâte d'électrolyte à base d'ammonium chlorure (NH_4Cl). Sa tension est d'environ 1,5 V.

Pile alcaline

Similaire à la pile zinc-carbone, mais utilise un électrolyte alcalin (hydroxyde de potassium, KOH) au lieu d'un électrolyte acide. Elle offre une meilleure durée de vie et une meilleure performance à basse température. Sa tension est également d'environ 1,5 V.

Chapitre 4 : Types d'accumulateurs

Batterie au plomb

C'est l'un des accumulateurs les plus anciens et les plus utilisés, notamment dans les automobiles. Elle utilise des électrodes de plomb (Pb) et de dioxyde de plomb (PbO_2) dans une solution d'acide sulfurique (H_2SO_4). Sa tension est de 2 V par cellule.

- **Réaction de décharge :** $\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \rightarrow 2\text{PbSO}_4\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$
- **Réaction de recharge :** $2\text{PbSO}_4\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Pb(s)} + \text{PbO}_2\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)}$

Accumulateur nickel-cadmium (NiCd)

Utilise des électrodes de nickel oxyde (NiOOH) et de cadmium (Cd) dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH). Il offre une bonne capacité et une longue durée de vie, mais le cadmium est toxique.

Accumulateur nickel-métal hydrure (NiMH)

Remplace le cadmium par un alliage métallique capable d'absorber l'hydrogène. Il est moins toxique que le NiCd et offre une capacité légèrement supérieure.

Chapitre 5 : La pile à hydrogène

Principe de fonctionnement

La pile à hydrogène est un dispositif électrochimique qui convertit l'énergie chimique de l'hydrogène en énergie électrique, avec de l'eau comme seul sous-produit. Elle utilise une anode et une cathode en platine pour catalyser les réactions d'oxydation et de réduction de l'hydrogène et de l'oxygène.

- **À l'anode** : $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- **À la cathode** : $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

La réaction globale est : $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Avantages et inconvénients

Avantages :

- Rendement élevé
- Zéro émission polluante (si l'hydrogène est produit à partir de sources renouvelables)
- Densité énergétique élevée

Inconvénients :

- Coût élevé des matériaux (platine)
- Difficulté de stockage et de transport de l'hydrogène
- Nécessité d'une infrastructure de production et de distribution d'hydrogène

—

Résumé

- **Pile** : Dispositif électrochimique convertissant l'énergie chimique en énergie électrique par une réaction d'oxydoréduction spontanée et irréversible.
- **Accumulateur** : Dispositif électrochimique similaire à une pile, mais dont la réaction est réversible, permettant la recharge.
- **Tension (f.é.m.)** : Différence de potentiel électrique entre l'anode et la cathode, mesurée en Volts (V).
- **Capacité** : Quantité de charge électrique qu'une pile ou un accumulateur peut fournir, exprimée en Ampères-heures (Ah).
- **Énergie stockée** : $E = U \cdot Q$ où E est en Joules, U en Volts et Q en Coulombs.
- **Pile Daniell** : Pile classique utilisant du zinc et du cuivre dans des solutions de sulfate.
- **Pile au zinc-carbone** : Pile sèche courante, utilisant du zinc, du dioxyde de manganèse et du carbone.
- **Pile alcaline** : Similaire à la pile zinc-carbone, mais avec un électrolyte alcalin.
- **Batterie au plomb** : Accumulateur utilisant du plomb et du dioxyde de plomb dans de l'acide sulfurique.

- **Accumulateur NiCd** : Accumulateur nickel-cadmium, offrant une bonne durée de vie mais contenant du cadmium toxique.
- **Accumulateur NiMH** : Accumulateur nickel-métal hydrure, moins toxique que le NiCd.
- **Pile à hydrogène** : Dispositif convertissant l'énergie chimique de l'hydrogène en énergie électrique avec de l'eau comme seul sous-produit.

From:
<https://www.wikiprof.fr/> - wikiprof.fr

Permanent link:
https://www.wikiprof.fr/doku.php?id=cours:lycee:sti2d:terminale_technologique:physique_chimie:piles_et_accumulateurs&rev=1758910932

Last update: 2026/08/15 12:57

