Version élève

Physique-chimie – Terminale Bac Pro ERA-MA (groupement 3)

Cours et applications

Chapitre 2

Stocker l'énergie à l'aide d'un système électrochimique

Édition : 26 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Nom : ..... Classe : .....

Rappel de cours — Avant de commencer

Lire les grandeurs U et I, distinguer tension et intensité, convertir mA en A et minutes en heures ; utiliser une proportionnalité. Ces acquis proviennent des chapitres d'électricité de Seconde et des automatismes.

Repères et ordre de travail

Les codes désignent les capacités du chapitre, pas des codes officiels.

Capacité et intitulé complet	Partie du cours	Page
C1 – Réaliser expérimentalement une pile et mesurer la tension aux bornes de cette pile.	§1	2
C2 – Déterminer les transformations se produisant sur chacune des électrodes, les équations de demi-réactions étant données.	§2	4
C3 – Étudier expérimentalement la charge et la décharge d'un accumulateur.	§3	5
C4 – Calculer l'énergie stockée par un accumulateur à partir de sa capacité et de la tension d'utilisation.	§4	7
C5 – Comparer l'énergie stockée par unité de masse pour un type d'accumulateur donné.	§5	8

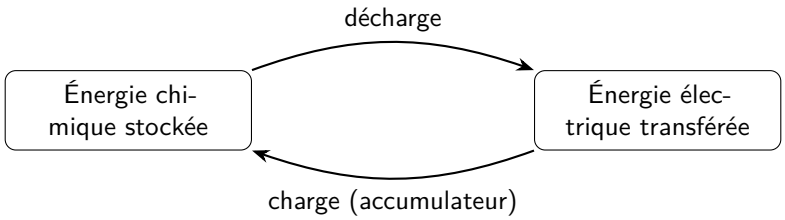
Méthode — Mode d'emploi

Lire la notion et l'exemple résolu, puis chercher l'application avant de passer à la notion suivante. Le travail peut être accompagné en classe ou repris seul. Les exemples restent résolus ; les corrigés des applications sont dans la version professeur.Travail sur documents : aucune mesure à réaliser. Les capacités C1 et C3 sont préparées ; les gestes expérimentaux restent à pratiquer ultérieurement.

1 Pile et accumulateur : lire un montage

Définition — Deux façons de fournir de l'énergie

Une pile transforme de l'énergie chimique en énergie électrique. Une pile primaire est conçue pour un usage non rechargeable. Un accumulateur est rechargeable : en décharge il fournit de l'énergie électrique ; en charge un générateur extérieur permet de stocker à nouveau de l'énergie chimique. Une batterie peut réunir plusieurs éléments.



Les flèches indiquent les conversions utiles ; une partie de l'énergie est aussi transférée sous forme thermique.

Exemple — Exemple résolu

Une télécommande alimentée par une pile fonctionne en décharge : l'énergie chimique devient électrique, puis lumineuse ou sonore selon l'appareil. Un téléphone branché à son chargeur reçoit de l'énergie électrique et en stocke une partie sous forme chimique.

Application 1 – Identifier le transfert

Un accumulateur alimente une lampe sans être branché au secteur. S'agit-il d'une charge ou d'une décharge ? Indiquer la conversion utile.

Préparer la mesure de tension sur document

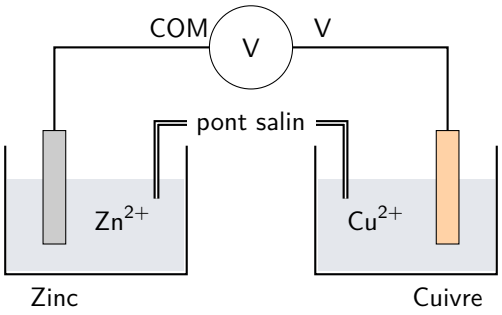


Schéma de principe : chaque métal plonge dans sa solution ionique. Le pont salin relie les solutions ; le voltmètre relie les électrodes.

Méthode — Lire le branchement

Le voltmètre se branche en dérivation, entre les deux électrodes. On choisit la mesure d'une tension continue. La borne V reçoit le fil venant du pôle positif ; COM reçoit celui venant du pôle négatif. Le pont salin permet le transport d'ions entre les solutions. Les électrons circulent dans les conducteurs extérieurs, pas dans le pont salin.

Exemple — Exemple résolu

Sur un montage fourni, V est relié au cuivre et COM au zinc. Un affichage $+1{,}08\,\mathrm{V}$ indique que le cuivre est au potentiel le plus élevé. En inversant les fils, on lirait $-1{,}08\,\mathrm{V}$. Cette valeur est une donnée d'entraînement, pas une mesure réalisée ici.

Application 2 – Interpréter un affichage

Une pile inconnue donne $-1{,}35\,\mathrm{V}$: V est relié à X et COM à Y. Quelle électrode est positive ? Que lirait-on en inversant les fils ?

À retenir

La tension s'exprime en volts (V), l'intensité en ampères (A). Un dessin ou une lecture d'affichage prépare C1 ; ils ne remplacent pas la réalisation d'une pile ni la mesure.

2 Déterminer les réactions aux électrodes

Définition — Perdre ou gagner des électrons

Une oxydation est une perte d'électrons ; une réduction est un gain d'électrons. L'anode est le siège de l'oxydation, la cathode celui de la réduction. En décharge d'une pile, l'anode est négative et la cathode positive. Pendant une recharge, il ne faut pas conserver automatiquement cette association des noms et des signes.

Méthode — Exploiter une demi-réaction fournie

Repérer de quel côté figurent les électrons. À droite : ils sont libérés (oxydation). À gauche : ils sont consommés (réduction). Nommer l'espèce transformée puis décrire ce qui apparaît ou disparaît. Les équations de demi-réactions sont fournies dans les exercices.

Exemple — Exemple résolu : pile zinc-cuivre

À l'électrode de zinc : $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2\,e^-$. Le zinc perd des électrons : il s'oxyde et l'électrode se consomme. À l'électrode de cuivre : $Cu^{2+} + 2\,e^- \longrightarrow Cu$. Les ions cuivre gagnent des électrons : ils se réduisent, du cuivre se dépose. Les électrons traversent le récepteur du zinc vers le cuivre ; le courant conventionnel est de sens opposé.

Application 3 – Lire deux demi-réactions

On donne $Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2\,e^-$ et $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$. Pour chacune, indiquer oxydation ou réduction et préciser quelle espèce perd ou gagne les électrons.

Erreur fréquente — Charge et décharge du plomb

$Pb + SO_4{}^{2-} \longrightarrow PbSO_4 + 2\,e^-$ décrit l'oxydation du plomb pendant la décharge. Lors de la charge, la transformation inverse a lieu à cette électrode : $PbSO_4 + 2\,e^- \longrightarrow Pb + SO_4{}^{2-}$. Ce sont les électrons dans l'équation, et non le nom du métal, qui permettent de reconnaître la transformation.

3 Charge, décharge et capacité électrique

Définition — La capacité électrique C

La capacité C est une quantité de charge disponible dans des conditions précisées. Elle s'exprime souvent en ampères-heures (Ah) : $1000\,\mathrm{mA\,h} = 1\,\mathrm{A\,h}$. La lettre C désigne ici la capacité ; elle ne doit pas être confondue avec le symbole du coulomb, unité SI de charge. À courant constant, $C = I \times t$, avec I en A et t en h pour obtenir C en Ah.

Exemple — Exemple résolu

Un accumulateur fournit $0{,}5\,\mathrm{A}$ pendant $4\,\mathrm{h}$. Il a délivré $C = 0{,}5 \times 4 = 2\,\mathrm{A\,h}$. Pour estimer la durée : $t = C/I$. Avec $2\,\mathrm{A\,h}$ et $0{,}4\,\mathrm{A}$, $t = 2/0{,}4 = 5\,\mathrm{h}$. Ces calculs supposent un courant constant et une capacité utilisable connue.

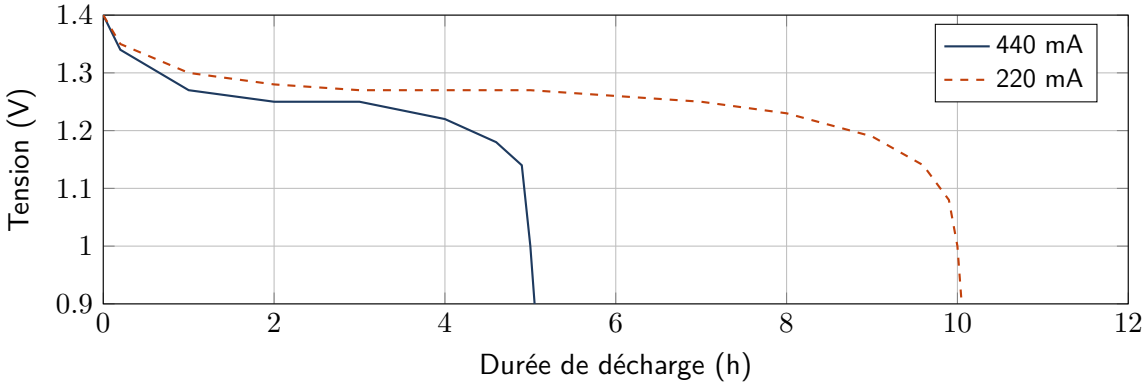
Application 4 – Calculer une autonomie

Un accumulateur de $2400\,\mathrm{mA\,h}$ fournit un courant constant de $0{,}6\,\mathrm{A}$. Estimer sa durée de décharge en heures.

Erreur fréquente — La recharge n'est pas une division universelle

$t = C/I$ fournit une durée idéale si le courant est constant et si toute la charge apportée est stockée. Un chargeur réel adapte souvent son courant et il existe des pertes. On ne peut donc pas garantir le temps de charge réel avec cette seule division.

Lire une courbe de décharge



Redessin simplifié par lecture de la fiche Energizer NH15-2200, à $21\,°\mathrm{C}$. Valeurs graphiques approximatives ; ce ne sont pas des mesures de classe. Fiche historique marquée « obsolete » par le fabricant.

Méthode — Lire puis interpréter

Repérer les axes et les unités. Choisir la courbe correspondant au courant. Pour une tension de coupure donnée, lire la durée au croisement avec ce seuil. Une tension nominale est une valeur de référence ; la tension réelle varie au cours de la décharge. Une décharge sur une résistance fixe ne garantit pas un courant constant : $I = U/R$.

Exemple — Exemple résolu : lecture à 440 mA

Au seuil de $1{,}0\,\mathrm{V}$, on lit environ $5\,\mathrm{h}$ sur la courbe à $440\,\mathrm{mA}$. La charge délivrée vaut environ $0{,}440 \times 5 = 2{,}2\,\mathrm{A\,h}$. À $3\,\mathrm{h}$, la tension est proche de $1{,}25\,\mathrm{V}$, pas exactement égale à la valeur nominale $1{,}2\,\mathrm{V}$.

Application 5 – Changer le courant

Sur la courbe à $220\,\mathrm{mA}$, lire la durée jusqu'à $1{,}0\,\mathrm{V}$. La comparer à celle du modèle précédent.

Sources consultées le 26 septembre 2026 :

`https://data.energizer.com/pdfs/nh15-2200.pdf`

4 Calculer énergie et autonomie

Définition — Capacité et énergie sont différentes

La capacité en Ah mesure une charge, pas une énergie. À tension approximativement constante, l'énergie nominale est estimée par $E = U \times C$, en Wh si U est en V et C en Ah. On peut aussi écrire $E = UIt$. Les changements de tension et les pertes expliquent les écarts avec l'énergie réellement fournie.

Méthode — Présenter un calcul

1. Convertir les mAh en Ah. 2. Écrire $E = U \times C$. 3. Remplacer les valeurs et donner les Wh. 4. Si nécessaire, utiliser $1\,\mathrm{W\,h} = 3600\,\mathrm{J}$.

Exemple — Exemple résolu du cours web

Une batterie affiche $18\,\mathrm{V}$ et $3\,\mathrm{A\,h}$. $E = 18 \times 3 = 54\,\mathrm{W\,h}$. En joules : $54 \times 3600 = 194\,400\,\mathrm{J}$, soit $194{,}4\,\mathrm{kJ}$.

Application 6 – Deux unités d'énergie

Une batterie affiche $12\,\mathrm{V}$ et $4\,\mathrm{A\,h}$. Calculer son énergie nominale en Wh puis en J.

Exemple — Exemple résolu : durée à puissance constante

Si une batterie de $90\,\mathrm{W\,h}$ alimente un appareil consommant $200\,\mathrm{W}$, $t = E/P = 90/200 = 0{,}45\,\mathrm{h}$, soit $0{,}45 \times 60 = 27\,\mathrm{min}$. On utilise la puissance électrique absorbée et on suppose l'énergie nominale entièrement disponible.

Application 7 – Estimer sans promettre

Une lampe consomme $24\,\mathrm{W}$. Une batterie dispose de $72\,\mathrm{W\,h}$ utilisables. Calculer la durée estimée et citer une condition de validité.

5 Comparer l'énergie par unité de masse

Définition — Énergie massique

L'énergie massique $e_m = E/m$ s'exprime en Wh/kg si E est en Wh et m en kg. Elle permet de comparer l'énergie transportée pour une même masse. Une énergie totale plus grande ne garantit pas une énergie massique supérieure.

Exemple — Exemple résolu

Deux accumulateurs de même technologie sont comparés. A : $60\,\mathrm{W\,h}$, $0{,}5\,\mathrm{kg}$. B : $90\,\mathrm{W\,h}$, $1\,\mathrm{kg}$. Pour A, $e_m = 60/0{,}5 = 120\,\mathrm{W\,h/kg}$; pour B, $e_m = 90/1 = 90\,\mathrm{W\,h/kg}$. B stocke plus d'énergie au total, mais A en stocke davantage par kilogramme.

Application 8 – Comparer deux critères

Modèle	Énergie nominale	Masse
X	$72\,\mathrm{W\,h}$	$600\,\mathrm{g}$
Y	$108\,\mathrm{W\,h}$	$1000\,\mathrm{g}$

Calculer les deux énergies massiques. Indiquer le meilleur modèle pour chaque critère : énergie totale, énergie par kilogramme.

Remarque — Comparer des objets comparables

Comparer des batteries complètes entre elles, ou des cellules entre elles, en précisant les conditions d'essai. Le boîtier, les connexions et la protection ont aussi une masse. Un choix dépend également de la tension, de la compatibilité, de l'usage et des conditions d'utilisation.

Bilan – Je sais faire

Je cherche...	Je choisis...	Je vérifie...
la transformation chimique	les électrons dans la demi-réaction	perte : oxydation ; gain : réduction
une durée à courant constant	$t = C/I$	Ah et A donnent h
une énergie nominale	$E = UC$	V et Ah donnent Wh
une autonomie à puissance constante	$t = E/P$	Wh et W donnent h
une énergie par kilogramme	$e_m = E/m$	convertir g en kg

À retenir

Écrire la relation avant de calculer, garder les unités, vérifier l'ordre de grandeur et conclure sur le critère demandé. Une durée théorique n'est pas une garantie constructeur. Une courbe fournie permet une analyse ; elle ne prouve pas la réalisation d'une expérience.

Remarque — Origine et choix de cette édition

Adaptation de lecon.html et des exercices du chapitre. Les demi-réactions sont fournies conformément au programme. Le graphique synthétique Li-ion du site est remplacé par une lecture documentaire explicitement approchée. Le classement générique des technologies est remplacé par des comparaisons de modèles précis.

Sources consultées le 26 septembre 2026 :

`https://data.energizer.com/pdfs/nh15-2200.pdf`

`https://www.gs-yuasa.com/en/products/pdf/PIS18-0017B.pdf`