

PILES

& Batteries

HISTOIRE - MARCHÉ - TECHNOLOGIE - USAGE - RECYCLAGE



» TOUT SAVOIR
EN 150 QUESTIONS



AVANT-PROPOS

C'est dans les années 1990, à la grande époque du Discman, de la photo APS et du Bi-Bop, que nous nous sommes connus chez Duracell. De profils variés (marketing pour l'un, ingénieur pour l'autre), nous y avons acquis une expertise complémentaire de la pile et de ses enjeux, en France et à l'international. Si nous avons ensuite emprunté des chemins professionnels différents (mais toujours dans le monde des piles!), nous sommes restés en contact, animés par cette passion commune.

L'idée de cette publication a germé pendant le premier confinement du Covid-19, au printemps 2020, faisant le constat d'un déficit d'information agrégée sur le sujet. Nous sommes fiers de vous présenter enfin le fruit de notre travail. Conçu comme un « hors-série » de magazine, cet ouvrage n'a d'autre ambition que de vous faire partager nos connaissances sans prétendre à l'exhaustivité ni à l'absolue vérité, tant ces sujets sont complexes et évolutifs.

Le troisième siècle des piles et batteries, déjà bien entamé, n'a pas fini de nous surprendre et verra leur importance encore renforcée dans le monde à venir.

●● L'idée de cette publication a germé au printemps 2020, faisant le constat d'un déficit d'information sur le sujet ●●



Frédéric Hédouin

Frédéric Hédouin, diplômé de HEC Paris, cumule 35 ans d'expérience en marketing et business management, dont 10 ans chez Duracell. Il y a, en particulier, piloté les lancements internationaux de Duracell PowerCheck et Duracell Ultra ainsi que l'harmonisation des gammes et packagings en Europe. Administrateur fondateur de l'éco-organisme Corepile, il en est le directeur général depuis 2012. Il est également vice-président d'Eucobat, l'association des principaux éco-organismes de piles et batteries européens.



Thierry Pfrimmer

Thierry Pfrimmer, ingénieur ESTACA, débute sa carrière à la Compagnie européenne d'accumulateurs, premier fabricant européen de batteries au plomb. Cinq ans après, il rejoint Duracell pour y occuper pendant 16 ans plusieurs fonctions, dont celle de directeur Europe de la division « New Products & Technology ». En 2002, il fonde la société Cell Expert, spécialisée dans le conseil et la fourniture de piles pour des marchés BtoB. Expert français à l'IEC, il est membre pendant 15 ans du groupe de travail chargé de la normalisation des piles.



« Depuis 225 ans, les piles et batteries ont accompagné nos évolutions sociétales et technologiques »

Des jouets aux dispositifs de sécurité en passant par les montres, radios, lampes, télécommandes, équipements de télécommunications et l'électronique grand public, les piles ou petites batteries se nichent dans la plupart des appareils domestiques ou professionnels. La « pile » est un objet familier, que nous utilisons tous au quotidien, la plupart du temps sans en avoir conscience...

La pile a été inventée en 1799 par Volta et 225 ans plus tard, elle est toujours là, indétrônable! Force est de constater que les piles et les batteries sont devenues omniprésentes et indispensables! Elles ont accompagné les multiples évolutions sociétales et technologiques : l'industrialisation au XIX^e siècle, l'avènement des équipements électriques et électroniques grand public au XX^e siècle, l'analogique puis le digital et les objets connectés. Et les enjeux, de stockage et de mobilité, liés à l'électrification et à la décarbonation, vont encore démultiplier leurs usages!

Les piles ont vraiment pris leur essor à partir des années 1950 avec la démocratisation des objets nomades et portatifs. En France, on en dénombre une centaine en moyenne par foyer alimentant jusqu'à 50 appareils nomades. L'expérience montre qu'il y a souvent cinq fois de plus de piles chez soi qu'on se l'imagine. Cela représente en moyenne une pile ou batterie par mètre carré d'habitation et une consommation d'environ 25 piles par an et par personne.

Si la population mondiale a quadruplé au cours du XX^e siècle, les besoins énergétiques ont été multipliés par 20 soit cinq fois plus! Ainsi, la consommation annuelle de piles et batteries est estimée à 30 milliards d'unités, avec pour chaque pays, une corrélation directe entre le nombre de piles consommées et le niveau de vie. En France, chaque année, plus de 1,7 milliard de piles et batteries sont vendues soit plus de 300000 t, dont près de 98 % sont des piles et batteries portables (< 5 kg) représentant 12 % du volume total.

Mais il subsiste un paradoxe. Bien qu'elle soit le plus ancien produit de consommation dans le domaine énergétique, la pile reste mal connue. Duracell, Energizer, VARTA... : les marques et leurs univers symboliques sont pourtant bien présents dans notre mémoire collective. La pile a accompagné notre société dans sa quête de toujours plus de mobilité, de légèreté et de vitesse. Mais la dimension technique du produit n'est pas ou peu perçue,

et cette méconnaissance s'accompagne de son lot d'idées reçues : qui sont les inventeurs, quelles sont les marques? De quoi est constituée une pile et comment fonctionne-t-elle? Quelles sont les différentes sortes de piles et batteries? Comment évalue-t-on leur performance? Comment se recyclent-elles? En quoi peuvent-elles ou non présenter des risques pour l'environnement et la santé? Quel rôle joueront-elles à l'avenir?

Les piles et batteries sont omniprésentes et stratégiques. La pandémie Covid-19, les catastrophes naturelles (ouragans, inondations...) mettent en lumière leur importance et l'intérêt de la portabilité. Appareils respiratoires, alarmes, énergie de secours, téléphones, talkies-walkies, télémétrie... tous fonctionnent avec des piles ou des batteries.

Piles et accumulateurs font aussi partie des premiers déchets soumis au tri (après les emballages et les médicaments). Ce choix politique fut d'abord symbolique : ce petit objet utilisé à tout âge devait permettre de développer plus largement les réflexes de tri et d'apport volontaire. L'impulsion réglementaire a ainsi permis, dès la fin des années 1990, de mettre en place une filière de recyclage financée par les producteurs. Aujourd'hui, plus de 50 % des piles mises sur le marché sont recyclées en France et en Europe, soit 75 % des stocks estimés disponibles à la collecte. Et contrairement aux idées reçues, la grande majorité des piles et accumulateurs ne présente pas de risque de pollution, le mercure et le cadmium ayant été interdits depuis plusieurs décennies dans les piles et accumulateurs grand public.

Le recyclage, ancré dans les mœurs depuis 25 ans, est surtout très utile pour la préservation des ressources grâce à la récupération des métaux (en moyenne 80 % du poids d'une pile ou batterie). Or non seulement l'Europe n'est pas autosuffisante en matière de ressources, mais celles-ci sont désormais comptées à l'échelle mondiale. L'approvisionnement en manganèse, nickel, cobalt ou lithium qui entrent dans la fabrication des piles et batteries, constitue l'un des enjeux énergétiques de demain.

La pile, grand révélateur de nos modes de vie, est donc tout sauf un objet banal. Impliqués avec passion depuis plus de trente ans dans l'univers « galvanisant » des piles et batteries, nous souhaitons en dévoiler la face cachée et faire ainsi reconnaître ses innombrables contributions. ■

Frédéric Hédouin et Thierry Pfrimmer



HISTOIRE

Qui a inventé la première pile? Et la première batterie? Si les origines du dispositif ne sont pas précisément établies, l'invention de la pile remonte à 1799, et celle de la batterie à 1859. Au XIX^e siècle, les inventeurs se sont succédé pour perfectionner l'objet et étendre ses capacités. Avant que les marques ne prennent le relais au XX^e siècle.



MARCHÉ



En quoi la pile traduit-elle l'évolution de nos habitudes de consommation? Au XX^e siècle, l'usage des piles et batteries s'est généralisé et fortement diversifié pour accompagner le développement d'appareils emblématiques, toujours plus transportables ou mobiles. Quels en sont aujourd'hui les principaux acteurs et marchés porteurs?



TECHNOLOGIE

Comment fonctionne une pile? Quelles sont les différentes catégories de piles et batteries? Un monde sans pile est-il possible? Difficile de se passer de cette source d'énergie très performante pour les usages nomades. C'est aussi un produit optimisé, consommant peu de matières. Au fait, quelles sont les principales innovations de ce secteur?



USAGES



Combien de temps dure une pile? Sa durée de vie dépend à la fois de son format, de sa technologie et de son usage. Une pile peut ainsi fonctionner entre quelques heures et plusieurs années. Même si nous n'en avons pas toujours conscience, les piles et batteries sont très présentes autour de nous. Avec de multiples applications!



RECYCLAGE

Dans quelle mesure les piles et batteries se recyclent-elles? En France grâce aux éco-organismes, leur taux de collecte est en hausse constante depuis 25 ans, et 80 % de leur poids est recyclé en métaux. Si elles sont écoconçues par nature, des axes d'amélioration sont à l'étude pour aller encore plus loin.





HISTOIRE

HISTOIRE



SOMMAIRE

- 08** > Qui a inventé la première pile ?
- 09** > Qui a découvert l'électricité ? | Pourquoi les piles s'appellent-elles des piles ?
- 10** > Quelle est l'histoire de la pile Leclanché ?
- 11** > Pourquoi le courant s'appelle-t-il ainsi ? | À quoi servaient les premières piles ?
- 12** > Quelle est l'origine de la marque VARTA ?
- 13** > Qu'a apporté la marque Energizer ? | Combien de fabricants et de marques de piles existe-t-il aujourd'hui dans la monde ? | Qui était Mazda ?
- 14** > Quelles sont les principales marques « françaises » et leur évolution historique ?
- 16** > Quelles sont les grandes marques mondiales ?

Définitions et termes à connaître

Le numéro de page indiqué pour chaque définition correspond à l'endroit où la notion concernée est citée pour la première fois ou abordée de manière détaillée (page de référence). Cette indication n'est pas exhaustive car la plupart de ces termes sont présents dans de nombreuses pages.

ACCUMULATEUR	Un accumulateur (ou accu en langage courant) est un système rechargeable : il accumule de l'énergie électrique sous forme chimique. Il existe plusieurs types d'accumulateurs selon la nature des électrodes. Le terme est surtout utilisé sur le plan réglementaire. On l'appelle communément « batterie ». (p. 60)
ADEME	Agence de la transition écologique (initialement « Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie »). Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). (p. 24)
AGEC	Désigne la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire de 2021, dont certaines dispositions sont applicables à la REP (voir p. 105). (p. 47)
ALCALINE	La pile alcaline, créée en 1939, est dérivée de la pile saline avec un couple identique zinc et dioxyde de manganèse mais avec un électrolyte différent, de type alcalin : solution d'hydroxyde de potassium avec divers additifs. (p. 50)
AMPÈRE	Unité de mesure de l'intensité du courant de symbole A, se déclinant en milliampères (mA) et micro-ampères (µA) ou millièmes d'ampères. (p. 67)
ANODE	Électrode négative de la pile ou batterie. (p. 40)
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. (p. 68)
ANSI	Le libellé complet est « American National Standard Institute ». C'est l'un des deux organismes internationaux fixant les normes en matière de piles et batteries, l'autre étant l'IEC. (p. 45)
ARCHITECTURE DE LA PILE	Désigne le mode d'assemblage des composants d'une pile c'est-à-dire la manière dont sont agencés les constituants de la pile. (p. 46)
AUTODÉCHARGE	C'est la perte de capacité d'une pile ou batterie quand elle n'est pas activée. Le taux d'autodécharge d'une pile alcaline, par exemple, varie de 1% à 3%/an en fonction de la température ambiante. (p. 46)
AUTONOMIE	Durée de vie de la pile ou durée pendant laquelle la pile fonctionne. (p. 57)
BATTERIE	Au sens propre, une batterie est un assemblage de produits fonctionnant ensemble. Dans l'univers de la pile, le terme batterie est de plus en plus utilisé pour désigner un accumulateur ou système rechargeable. Par analogie avec la batterie de voiture et par influence de l'anglicisme « battery », terme générique. (p. 34-35)
BORNE DE COLLECTE	Appellation des contenants ou mobiliers où l'on peut déposer les piles et batteries usagées dans les points d'apport volontaire, principalement les enseignes de distribution et les déchetteries. (p. 98)
CADMIUM	Métal lourd servant d'électrode négative pour les accumulateurs de type nickel-cadmium. Ce métal est aujourd'hui interdit par le législateur sauf pour quelques applications professionnelles très spécifiques (médicales, sécurité...). (p. 65)
CAPACITÉ	Terme utilisé pour qualifier la quantité d'énergie disponible dans une pile. Elle s'exprime en Ah (ampère-heure) ou mAh (milliampère-heure). La capacité massique exprimée en Ah/kg est la capacité rapportée au poids de la pile ou de l'accumulateur. L'énergie ou capacité résiduelle est la quantité d'énergie restant disponible dans la pile en dessous de la tension d'arrêt d'un appareil. (p. 56)
CATHODE	Électrode positive de la pile ou batterie. (p. 40)
COBALT	Élément métallique naturel, de symbole Co, le cobalt est considéré comme un matériau stratégique pour l'industrie. Il est utilisé en particulier pour les accumulateurs au lithium. (p. 101)

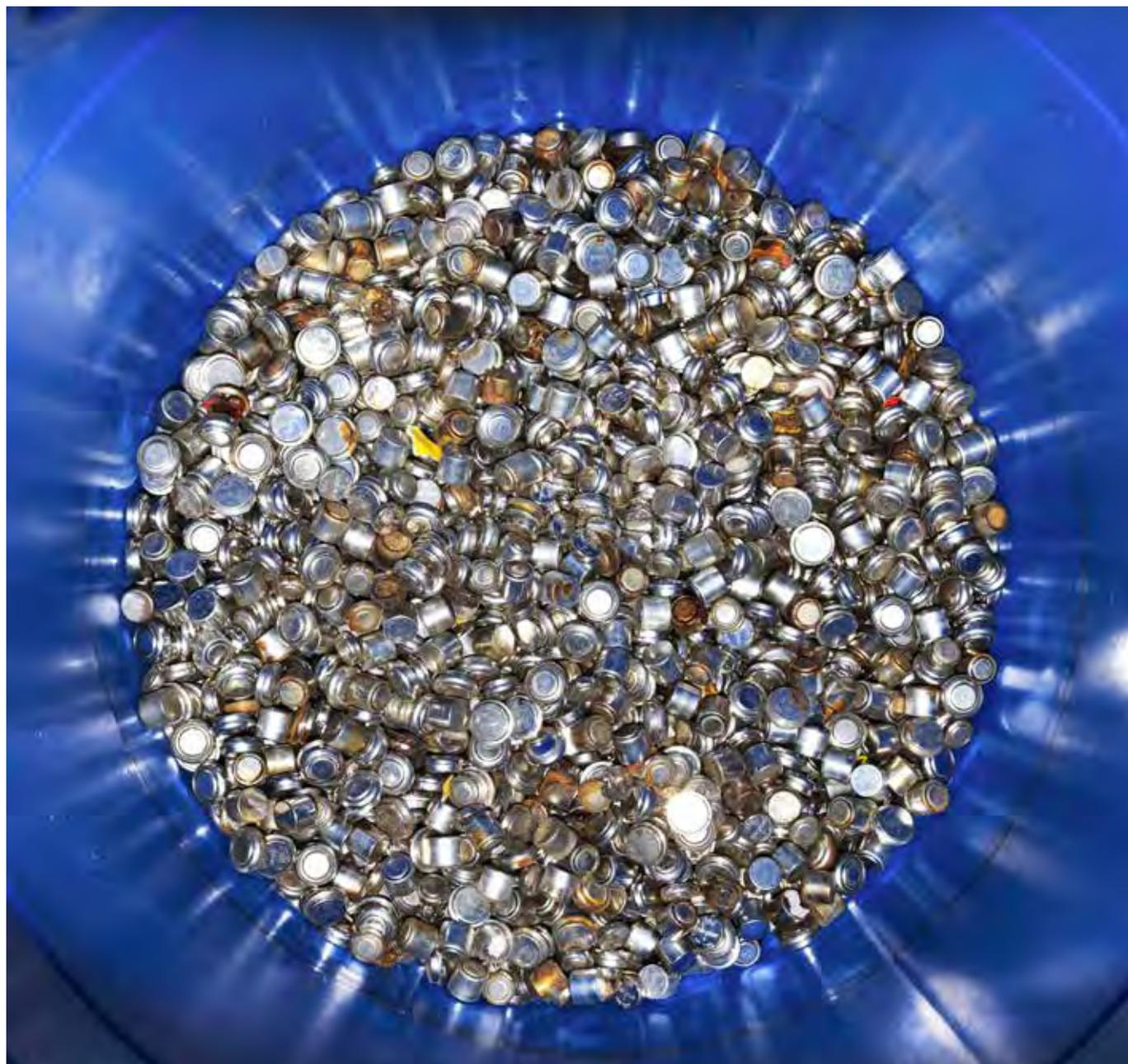
COMBUSTION	Réaction chimique caractérisant les piles à combustible. (p. 64)
COUPLE ÉLECTROCHIMIQUE	Désigne les éléments chimiques composant l'anode et la cathode d'une pile : par exemple zinc-carbone pour la pile saline. (p. 17)
COURANT FAIBLE / COURANT FORT	La pile fournit du courant à l'appareil qu'elle alimente. L'intensité de ce courant dépend du besoin de l'appareil, plus ou moins fort. Une montre va consommer quelques µA : courant faible ; le moteur d'un jouet plusieurs centaines de mA : courant fort. (p. 59)
COURBE DE DÉCHARGE	Au fur et à mesure de la décharge d'une pile ou d'un accumulateur, la tension baisse suivant une courbe caractéristique appelée courbe de décharge. L'axe des abscisses est le temps exprimé en heure ou jour et l'axe des ordonnées est la tension exprimée en volt (V). (p. 62)
CYCLE DE CHARGE ET DÉCHARGE	Désigne les phases de charge et de décharge d'une batterie : une batterie type peut faire des centaines de cycles (ex. de la batterie de téléphone portable ou d'un ordinateur). (p. 54)
DEEE	Acronyme désignant les « Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques ». (p. 98)
DIOXYDE DE MANGANÈSE	Le dioxyde de manganèse est le composé chimique de formule MnO ₂ . Les principales applications du MnO ₂ sont les piles et batteries. (p. 40)
DURÉE DE VIE	Désigne ici la durée pendant laquelle une pile fonctionne. On parle aussi d'autonomie de la pile. Elle dépend de la composition de la pile mais aussi des conditions de son utilisation. (p. 74)
ÉCOCONTRIBUTION	Contribution financière dont les metteurs sur le marché de piles et batteries doivent s'acquitter chaque année auprès de l'éco-organisme dont ils sont adhérents. Cette contribution finance la collecte et le recyclage des piles et batteries. Elle est fonction du nombre et de la nature des produits vendus dans l'année. (p. 94)
ÉLECTRICITÉ	Vient du grec « elektron » signifiant ambre jaune, l'ambre ayant des propriétés électrostatiques. Forme d'énergie produite par le déplacement de particules élémentaires de la matière et se manifestant par différents phénomènes tels qu'attraction et répulsion (électricité statique), calorifiques, chimiques, lumineux, magnétiques, mécaniques (électricité dynamique). (p. 9)
ÉLECTROCHIMIE	Branche de la chimie qui se concentre sur les relations entre la chimie et l'électricité. C'est à la fois l'art de convertir le métal en électricité et la discipline scientifique associée aux piles et batteries. (p. 53)
ÉLECTRODE	Extrémité d'un conducteur électrique libérant ou captant un courant électrique. Les électrodes d'une pile sont à base de sels ou d'oxydes métalliques qui réagissent chimiquement l'un par rapport à l'autre. (p. 40)
ÉLECTROLYTE	Substance conductrice en raison de la présence d'ions mobiles. Il existe des électrolytes liquides et solides. Dans les piles et batteries, l'électrolyte est l'agent qui relie chimiquement l'anode et la cathode. Les piles alcalines sont désignées ainsi en raison de leur électrolyte de type alcalin, idem pour les piles salines. (p. 40)
ÉLECTRON	Un des composants de l'atome avec les neutrons et les protons, c'est une particule élémentaire qui possède une charge élémentaire de signe négatif. Vient du grec « elektron » signifiant ambre jaune. (p. 9)
EPBA	Acronyme pour « European Portable Battery Association » qui signifie « Association européenne des fabricants de piles & batteries portables ». Le SPAP (syndicat des piles et accumulateurs portables) français y est affilié. (p. 31)
EUCOBAT	Association regroupant les principaux éco-organismes européens en charge de gérer la fin de vie des piles et batteries. (p. 95)
FORCE ÉLECTROMOTRICE	Il s'agit de la tension nominale (sans aucun appareil branché) d'une pile ou d'un accumulateur : c'est la mesure directe de la tension aux bornes de la pile. Elle s'exprime en volt. (p. 58)
FORMAT DE PILE	Désigne la forme de la pile - cylindrique, bouton et prismatique (ou rectangulaire)-, ainsi que sa taille. Les appellations AA, AAA, C et D désignent les formats de pile. (p. 53)
GALVANOPLASTIE	Ensemble des procédés permettant de déposer, par électrolyse, une couche d'un métal sur un support, métallique ou non. Vient de Luigi Galvani, l'un des inventeurs de la pile. (p. 12)

GRADE	Désigne le niveau de performance d'une pile. (p. 48)
GRAPHITE	Carbone cristallisé, naturel ou synthétique, gris-noir, utilisé en industrie, et en particulier pour la fabrication de piles. (p. 40)
IEC	Acronyme pour « International Electrotechnical Commission » soit en français CEI pour « Commission électronique internationale ». Créée en 1906, cette organisation mondiale dont le siège est à Genève est l'un des deux organismes internationaux fixant les normes en matière de piles et batteries, l'autre étant l'ANSI. (p. 45)
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques. Cet établissement public à caractère industriel et commercial, est placé sous la tutelle du ministère de l'environnement. (p. 69)
ION	Provient du grec iôn, participe présent du verbe ienai, aller. Un ion est un atome ou un groupe d'atomes portant une charge électrique, parce que son nombre d'électrons est différent de son nombre de protons. On distingue deux grandes catégories d'ions : les cations, chargés positivement, et les anions, chargés négativement. (p. 53)
LITHIUM	Métal hyper léger (c'est le plus léger des métaux) et très réactif utilisé dans les piles et accumulateurs dits « au lithium ». Les premières piles au lithium sont apparues dans les années 1970. Il existe de nombreuses technologies de batteries lithium. (p. 58-59)
MANGANÈSE	Métal entrant dans la composition des piles et batteries sous la forme de dioxyde de manganèse (MnO ₂). (p. 40)
MERCURE	Métal d'un blanc argenté, liquide à la température ordinaire (symbole Hg). Utilisé pour la fabrication des piles bâton jusqu'en 1991 et jusqu'à 2012 pour les piles bouton, dates auxquelles il a respectivement été interdit. (p. 69)
METTEUR SUR LE MARCHÉ	Terme réglementaire pour désigner les « producteurs » intervenant dans la mise sur le marché des piles, c'est-à-dire les fabricants, les distributeurs, les importateurs et les incorporateurs. (p. 94)
NICKEL	Métal blanc brillant de symbole Ni, entrant dans la composition des accumulateurs. (p. 40)
OEM	Les fabricants d'appareils utilisant des piles ou accumulateurs sont désignés sous l'acronyme anglais OEM pour « Original Equipment Manufacturer » ou fabricants de première monte. (p. 27)
OHM	Unité de résistance électrique (symbole Ω), utilisée notamment pour mesurer la résistance interne d'une pile. (p. 63)
OXYDE D'ARGENT	Composé chimique semi-conducteur entrant dans la composition de certaines piles (électrode positive constituée de poudre d'oxyde d'argent). Ces piles de format bouton se distinguent par la stabilité de leur tension dans le temps et sont utilisées principalement en horlogerie. (p. 65)
OXYDORÉDUCTION	Réaction chimique se produisant à l'intérieur d'une pile ou batterie et donnant lieu à la libération des électrons et donc à la fourniture de courant. (p. 40)
PA	Acronyme pour désigner la catégorie des Piles et Accumulateurs. (p. 30)
PILE	Dispositif fournissant du courant, en transformant directement en énergie électrique l'énergie développée dans une réaction chimique. Le nom vient du procédé inventé par Alessandro Volta à partir d'un empilement de rondelles de cuivre, de zinc et de couches de tissu imprégné d'eau salée (ou électrolyte). (p. 40)
PILE BÂTON	Pile de forme cylindrique dont la hauteur est supérieure au diamètre. (p. 37)
PILE BOUTON	Pile de forme cylindrique dont le diamètre est supérieur à la hauteur. (p. 37)
PILE PRIMAIRE	Désigne une pile non rechargeable. (p. 35)
PILE PRISMATIQUE	Pile en forme de prisme ou polyèdre dont toutes les faces sont des polygones. Les piles plates équipant certaines lampes de poche sont des prismes rectangulaires. (p. 37)
PILE RECHARGEABLE	Le terme « pile rechargeable » désigne les accumulateurs d'une forme strictement similaire aux piles primaires (par exemple formats AA et AAA) et donc susceptibles de les remplacer. Ces accumulateurs se rechargent un grand nombre de fois à l'aide de chargeurs adaptés. (p. 77)
PILE SECONDAIRE	Synonyme de pile rechargeable. (p. 41)

PLOMB	Métal lourd de symbole Pb entrant dans la composition de certains accumulateurs. Cette technologie est utilisée depuis 1859 pour le démarrage et l'éclairage des véhicules automobiles, les systèmes d'alimentation de secours et les installations de stockage d'énergie. (p. 41)
POLARITÉ	Indique, dans une pile ou un accumulateur, les deux pôles (positif et négatif) qu'il convient de relier correctement aux bornes de l'appareil. Le respect des polarités est un prérequis pour un bon fonctionnement. (p. 82)
PORTABLE	Qualifie la catégorie des piles et accumulateurs de moins de 5kg, généralement de format standard et à usage grand public et professionnel. Cela représente près de 97,6% des unités consommées en France pour 12% du volume total. (p. 30)
POTASSE	Désigne des sels, solutés ou composés contenant du potassium. La potasse est présente dans les piles alcalines sous forme d'hydroxyde de potassium. (p.50)
PUISSANCE	Quantité d'énergie générée par une pile ou batterie par unité de temps. Elle s'exprime en watt (W). (p. 46)
REP	Acronyme de « Responsabilité Élargie du Producteur », désignant le principe selon lequel les producteurs ou metteurs sur le marché (fabricants, distributeurs, incorporateurs et importateurs) doivent organiser et assumer financièrement la fin de vie de leurs produits. (p. 94)
SALINE	La pile saline est la pile historique, mise au point par George Leclanché en 1866, avec des électrodes au zinc (cathode) et au dioxyde de manganèse (anode), et un électrolyte qui est une solution gélifiée de chlorure d'ammonium (NH ₄ Cl). (p. 48)
SÉPARATEUR	Membrane ou film permettant de séparer les électrodes. (p. 40)
SOLUTION IONIQUE	Un liquide contenant des ions parmi le solvant est appelé « solution ionique ». Dans la solution, les ions se déplacent facilement sous l'effet d'un champ électrique, d'où leur forte conductibilité électrique. Une solution ionique est électriquement neutre. (p.73)
SYSTÈME ÉLECTROCHIMIQUE	Désigne le système constitué par les différents éléments chimiques entrant dans la composition d'une pile : anode, cathode, électrolyte... Autrement dit : c'est un couple électrochimique (définition p. 103) + l'électrolyte. Les systèmes électrochimiques primaires sont non rechargeables, les secondaires le sont. (p. 41)
TAUX DE COLLECTE	Rapport entre le volume de piles et batteries collecté dans l'année et la moyenne annuelle des volumes mis sur le marché sur 3 ans (définition réglementaire). (p. 92)
TENSION	La tension électrique est la différence de potentiel électrique qui existe entre les pôles positif et négatif que parcourt un courant constant de 1 ampère lorsque que la puissance générée entre ces deux points est égale à 1 watt. Elle se mesure en volt (V). (p. 35)
TENSION D'ARRÊT	Qualifie la tension à laquelle un appareil cesse de fonctionner. Se dit aussi tension de coupure, tension minimale ou cut-off voltage en anglais. (p. 55)
TENSION NOMINALE	La tension nominale est celle qui figure sur le marquage de la pile, par exemple 1,5 V pour une pile alcaline ou saline simple. (p. 35)
VERMICULITE	Minéral organique, la vermiculite est un isolant de faible densité, utilisé pour sécuriser les piles usagées dans les fûts de collecte. (p. 69)
VOLT	Unité de force électromotrice ou tension électrique (symbole V), équivalant à la différence de potentiel qui existe entre deux points d'un fil conducteur parcouru par un courant constant de 1 ampère, lorsque la puissance dissipée entre ces points est égale à 1 watt. Ce nom vient d'Alessandro Volta, l'inventeur de la pile. (p. 9)
ZINC	Le zinc, de symbole chimique Zn, est un métal réactif entrant dans la composition des piles : zinc-charbon et alcalines. (p. 40)
ZINC AIR	Qualifie les piles dont le pôle négatif est en zinc et utilisant l'oxygène de l'air pour l'électrode positive. C'est la technologie utilisée pour les piles auditives. (p. 67)
ZINC CHARBON	Autre nom pour désigner la pile saline. En anglais «zinc carbon». (p. 48)
ZINC CHLORIDE	Autre nom pour désigner la pile saline. (p. 48)

PILES & BATTERIES : TOUT SAVOIR EN 150 QUESTIONS

Bienvenue dans le monde fascinant des piles et batteries ! Dans cette publication exceptionnelle, deux experts passionnés ont rassemblé pour vous tout ce qu'il faut savoir sur ces concentrés d'énergie. Articulées autour de cinq chapitres thématiques, les 150 questions-réponses et dates à retenir sont illustrées par des visuels et schémas pédagogiques, pour une lecture pratique et facile.



www.corepile.fr



Pour nous
contacter

CELL EXPERT

www.cell-expert.com