

L3: Energie renouvelable

Batterie Plomb-Acide

Rôle d'une Batterie

Le stockage d'énergie dans les systèmes photovoltaïques s'effectue exclusivement l'aide des batteries d'accumulateurs.

Dans un système photovoltaïque, la batterie remplit trois fonctions importantes (le rôle) :

a) Autonomie : Une batterie permet de répondre aux besoins de la charge en tout temps, même la nuit ou par temps nuageux.

b) Courant de surcharge : Une batterie permet de fournir un courant de surcharge pendant quelques instants, c'est-à-dire un courant plus élevé que celui que peut fournir le champ PV.

Ceci est nécessaire pour faire démarrer les moteurs et les autres appareils requérant un courant de démarrage de 3 à 5 fois supérieur au courant d'utilisation.

C) Stabilisation de la tension : Une batterie permet de fournir une tension constante, en éliminant les écarts de tension du champ PV et en permettant aux appareils un fonctionnement à une tension optimisée.

Différentes causes de la défaillance des batteries

a) Surcharge des batteries :

Les surcharges des batteries engendrent non seulement la corrosion de ses plaques positives, mais aussi un dégagement excessif de gaz pouvant arracher des plaques, les matières actives qui se déposent aussi bien au fond du bac, qu'entre les séparateurs et les plaques. Les surcharges des batteries génèrent en outre une augmentation de la température de ces dernières, ce qui peut conduire à la destruction des plaques et des séparateurs.

b) Décharges profondes :

Les décharges profondes sont, à côté des surcharges, les premières causes de la détérioration d'une batterie. Les résultats des décharges profondes prolongées sont entre autres la diminution de la densité de l'électrolyte, le dépôt au fond du bac de sédiments fins de cristaux de sulfate de plomb et la décoloration des plaques, ainsi que leur sulfatation.

c) Sulfatation :

La sulfatation consiste en la formation sur les plaques de larges cristaux de sulfates de plomb, en lieu et place des fins cristaux qui y sont normalement présents. Les causes de la sulfatation sont :

- La non utilisation de la batterie durant une longue période, après sa charge complète ou

d) Court-circuit :

Les court-circuités des éléments sont générés par :

- La destruction des séparateurs,
- L'accumulation excessive des sédiments au fond du bac,
- La formation de structures arborescentes de plomb, de la plaque négative vers la plaque positive.

e) Câblage :

Il convient de ne pas les rallonger sous peine de forte atténuation de rendement : 1 mètre en plus peut faire chuter drastiquement la puissance de l'énergie fournie.

Les diamètres minimums à respecter pour les câblages entre :

Régulateur - Générateur PV : 10 m environ

Régulateur - Batterie : 1m environ

Régulateur - Boitier de distribution : 5m environ

❖ La température

La durée de vie d'une batterie est indiquée par le fabricant pour une température ambiante de 20°C, Cette durée de vie est réduite de moitié pour une élévation de température de 10°C.

II.2.2. Caractéristiques de la batterie

Une batterie se caractérise par sa capacité en Ah (ampère par heure), sa tension et son courant de décharge. Pour une batterie au Plomb de 12V, 30A, 0.8Ah, peut débiter 12V sous 0.8A pendant une heure.

Batterie dite « solaire »



Extrait fiche technique :

Batterie solaire au Gel destinée au stockage de l'énergie solaire et éolienne et applications diverses.

Capacité de stockage : 60 Ampères heure

Très longue durée de vie : jusqu'à 12 ans.

Caractéristiques souhaitées d'une batterie "solaire":

- durée de vie très longue (plusieurs années)
- résistant à des cycles de décharge recharge rapide et irréguliers
- rendement élevé
- auto-décharge très faible
- pas de maintenance nécessaire
- recharge rapide

II.2.4.3. Accumulateur au Plomb (Pb)

Ce sont des batteries à électrolyte liquide, qui se composent de deux électrodes, positive, baignant dans l'acide sulfurique dilué. Ce sont des batteries conçues pour délivrer une puissance instantanée (batteries de démarrage moteur pour automobile).

Une batterie au plomb est composée de plusieurs éléments d'accumulateurs montés en série.

La tension normale d'un élément au plomb de 2V environ, par exemple, la batterie d'un véhicule comporte six éléments, elle a donc une tension électrique de 12V. Mais atteint facilement 2,3V quand l'accumulateur est bien chargé. En réalité, une batterie 12V chargée affichera une tension de 12,8V à 13, 2V si la tension d'une batterie chargée est inférieure à 11,4V, elle sera en fin de vie.

II.3.3. Réactions chimiques

Ce sont des réactions d'oxydo-réduction : il y a un transfert d'électrons. L'atome qui capte les électrons est appelé oxydant : l'oxydant subit une réduction (à la cathode).

L'atome qui cède les électrons est appelé réducteur : le réducteur subit une oxydation (à l'anode).

Les polarités de la batterie sont alternativement anode ou cathode, suivant le mode de fonctionnement (charge ou décharge) : la borne négative est anode pendant la décharge et cathode pendant la charge.

L'électrolyte est une solution d'eau pure et d'acide sulfurique H_2SO_4 (2H^+ ; SO_4^{2-}). L'électrode négative est formée de plomb Pb, l'électrode positive d'oxyde de plomb PbO_2 .

La décharge de l'accumulateur au plomb consomme les solides des électrodes et les ions H^+ de l'électrolyte (la concentration en acide diminue, le pH augmente), Il y a formation de sulfate de plomb $PbSO_4$ sur les électrodes.

- Oxydation à l'anode (borne -) : $Pb \rightarrow Pb^{+2} + 2e^-$
- Réduction à la cathode (borne +) : $PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{+2} + 2H_2O$
- Sulfatation des électrodes : $2Pb^{+2} + 2SO_4^{2-} \rightarrow 2PbSO_4$



La charge de l'accumulateur au plomb forme les solides des électrodes et les ions H^+ de l'électrolyte (la concentration en acide augmente, le pH diminue). Le sulfate de plomb $PbSO_4$ disparaît des électrodes.

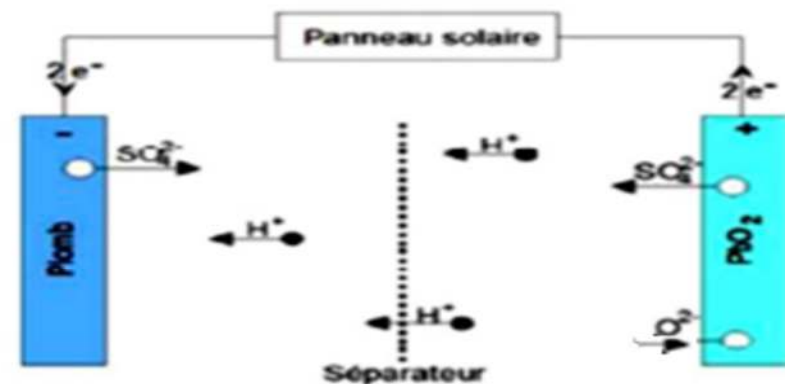
- Oxydation à l'anode (borne +) : $Pb^{+2} + 2H_2O \rightarrow PbO_2 + 4H^+ + 2e^-$
- Réduction à la cathode (borne -) : $Pb^{+2} + 2e^- \rightarrow Pb$
- Désulfuration des électrodes : $2PbSO_4 \rightarrow 2Pb^{+2} + 2SO_4^{2-}$



Décharge d'une batterie au plomb



Recharge d'une batterie au plomb



Au cours de la décharge. Il y a formation de cristaux (sulfate de plomb) sur chacune des électrodes :

- ✓ La densité devient faible et ceci en fonction de la quantité déchargée.
- ✓ La densité de l'électrolyte décroît en fonction de la quantité déchargée.
- ✓ La tension de fin de décharge est fortement liée au courant de décharge.

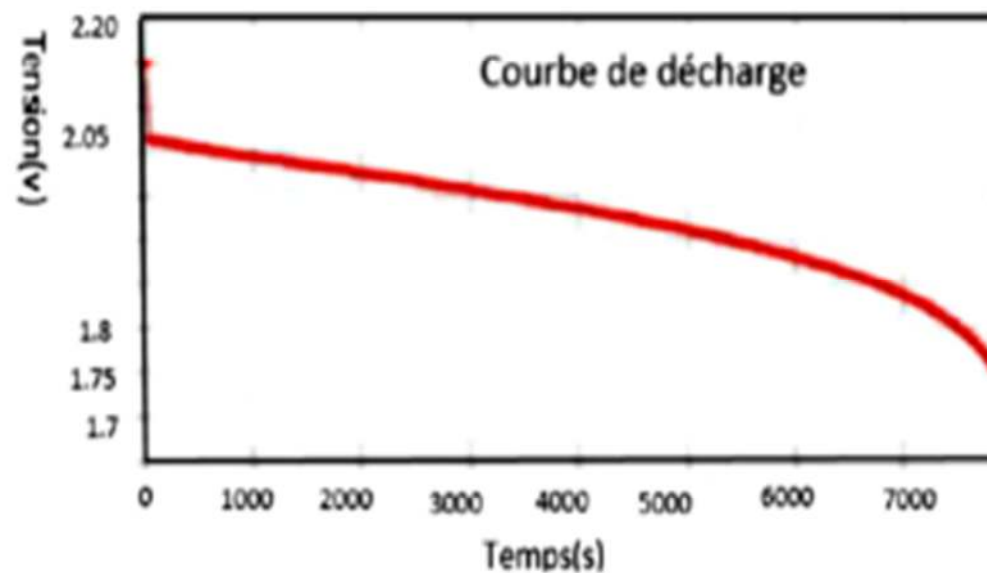


Figure (II.8). Évolution de la tension durant la décharge d'un accumulateur au plomb [9]

II.3.6. En charge

Durant la charge, le sulfate de plomb est transformé au niveau des plaques, en plomb (Pb) pour l'électrode négative et en oxyde de plomb (PbO_2) pour l'électrode positive. Cette formation s'accompagne de la formation d'acide sulfurique. La densité augmente.

La charge d'une batterie dans un système photovoltaïque s'effectue généralement selon la caractéristique de charge IU **Figure (II.9)**. La première phase s'effectue à courant « quasiment » constant jusqu'à l'atteinte de la tension de fin de charge à partir de laquelle commence la deuxième phase de charge qui s'effectue à tension constante. Durant cette deuxième phase, le courant de charge sera réduit à niveau correspondant au maintien de la charge dans le but de conduire à une charge complète de la batterie.

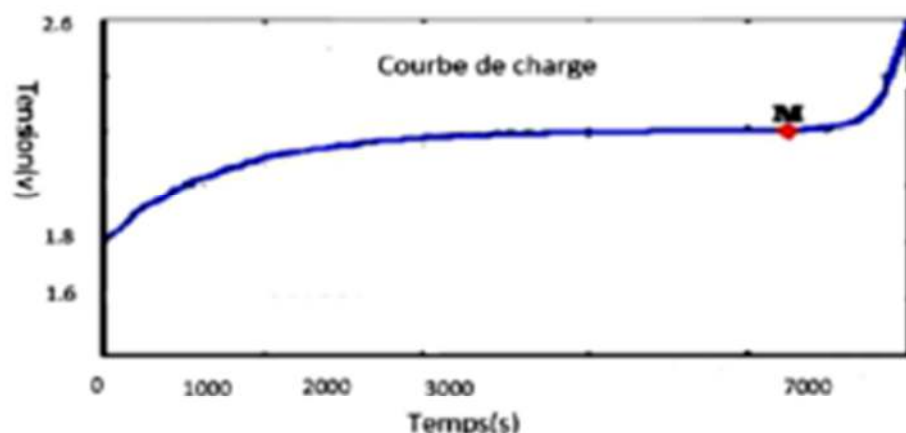


Figure (II.9). Évolution de la tension durant la charge d'un accumulateur au plomb [9].

II.3.7. Caractéristique électrique d'accumulateur du plomb (Pb)

Une batterie au plomb se caractérise essentiellement par :

La tension nominale, U qui dépend du nombre d'éléments n , égale au nombre d'éléments multiplié par 2,1 V. Généralement, on considère qu'un accumulateur au plomb est déchargé lorsqu'il atteint la tension de 1,8V par élément, donc une batterie de six éléments ou

➤ 12 V est déchargée lorsqu'elle atteint la tension de 10,8 V:

$$U = n \times 2.1 \text{ si } n = 6 \Rightarrow U = 12.6 \text{ V} \quad (\text{II.5})$$

Le courant maximal, I qu'elle peut fournir pendant quelques instants, ou courant de crête en ampères CCA (jusqu'à une température de 0 °F soit -17,78 °C). Les valeurs maximales sont données par le constructeur pour une batterie neuve et chargée à 100 %, elles varient sensiblement en fonction de l'état de charge, se dégradent en fonction du temps ainsi que de l'usage qui est fait de la batterie.

La capacité de stockage, notée C représente la quantité d'énergie disponible (ne pas confondre avec la capacité électrique). Elle s'exprime en ampère-heure

$$E = C \times U \quad (\text{II.6})$$

$$\text{pour } C = 50 \text{ Ah et } U = 12\text{V}$$

$$E = 6000 \text{ Wh.}$$

Exemple de caractéristiques techniques des batteries à Plomb :

Type	Tension	Capacité		Longueur	Largeur	Hauteur	Poids	Courant		Impédance
		Ah/20h	Ah/10h					(A)1 mn	(A) 1 s	
NPL78-12I	12	78	72,5	380	166	177,5	28,6	500	800	4
NPL100-12	12	100	93	407	172,5	240	39	600	800	4
NPL130-6I	6	130	120,3	350	166	174	24	500	800	2
NPL200-6	6	200	186	398	176	250	39	1200	1600	1,3

Tableau (II .1). Caractéristiques techniques des batteries à Plomb

NB : Pour le type **NPL100-12**, la capacité est :

- C20 = 100 Ah pour une décharge en 20 heures
- C10 = 93 Ah pour une décharge en 10 heure

Plus la rapidité de la décharge est importante, plus la capacité réelle de la batterie est faible.
La batterie **NPL100-12** peut fournir 600 A pendant 1 minute et 800 A pendant seconde d'après la norme NF C 15-100, le courant de court-circuit d'une batterie est

$$I_{cc} = 10 \times C_n \quad (II.7)$$

Ce qui donne pour la NPL100-12 :

$$I_{cc} = 10 \times 100A$$

II.3.8. Différents domaines d'application des batteries au Plomb

De nos jours, les batteries au plomb sont utilisées pour 3 grands types d'application :

1. Domaine du démarrage (démarrage des moteurs de véhicules).
2. Domaine de la traction (alimentation des chariots de manutention).
3. Domaine des applications stationnaires (énergie de secours, photovoltaïque).

II.6. Entretien de batteries d'accumulateurs

L'entretien des batteries est très simple, la plupart des modèles ne demande qu'à être chargée régulièrement surtout avant d'être stocké.

Pour entretenir une batterie, il faut prendre en considérations ces critères :

- Garder la batterie propre ; ne laisser pas la poussière s'accumule sous peine de risque de court-circuit.
- Il est généralement admis que le courant de charge ne doit pas dépasser 10% de capacité de la batterie.
- Ne pas les surcharger.

- Elle doit être stockée dans un endroit sec à l'abri du soleil.
- Elle doit être maintenue chargée par une charge d'entretien à intervalle régulier.

II.7. Mesures de sécurité

- Pour être en sécurité pendant la charge d'une batterie, suivez ses mesures :
- Pour toute manipulation portez des protections individuelles gants, lunettes, surtout avec des batteries à électrolyte.
- Il est nécessaire de bien ventiler le local où s'effectue cette charge.
- Il ne faut jamais brancher les câbles de chargeur au niveau de la batterie avant
- D'avoir éteint le chargeur.
- Ne mettez jamais en court-circuit la batterie.
- N'inversez pas la polarité.
- Ne surcharger pas et ne percez pas le boîtier.
- Ne pas faire de décharge profonde.

II.8. Aspects environnementaux et santé humaine

S'il est ingéré ou respiré, le plomb peut être la cause d'intoxications aiguës ou chroniques. Il peut être à l'origine de cas de saturnisme. Une bonne maîtrise des risques présentés par les batteries au plomb usagées est donc indispensable et dangereuse pour la santé et pour l'environnement, ces batteries doivent être collectées et retraitées par des sociétés spécialisées.