Fonctionnement, entretien et régénération de batteries au plomb

Scholar Grid Project

https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Fonctionnement,_entretien_et_r%C3%A9g%C3%A9n%C3%A9ration_de_batteries_au_plomb

Dernière modification le 22/03/2023

Difficulté **Moyen**

Durée **14 jour(s)**

Coût **0 EUR (€)**

Description

Les batteries sont des éléments centraux et chers dans les installations autonomes. Pourtant, leur fonctionnement et leur entretien sont très mal connus par le grand public. Ce tutoriel a donc plusieurs objectifs :

- Présenter le fonctionnement d'une batterie au plomb.
- Présenter les différents types de batteries au plomb
- Présenter les causes majeures de dégradation des batteries au plomb.
- Présenter les règles d'utilisations et d'entretien des batteries au plomb.
- Introduire le procédé de désulfatation (ou régénération) des batteries au plomb.

- Présenter le fonctionnement d'une batterie au plomb.
- Présenter les différents types de batteries au plomb
- Présenter les causes majeures de dégradation des batteries au plomb.
- Présenter les règles d'utilisations et d'entretien des batteries au plomb.
- Introduire le procédé de désulfatation (ou régénération) des batteries au plomb.

Sommaire

Sommaire

Description
Sommaire
Introduction
Étape 1 - Constitution d'une batterie au plomb
Étape 2 - Fonctionnement d'une batterie au plomb
Étape 3 - Les unités caractéristiques des batteries
Étape 4 - Différents types de batteries pour différents usages
Les batteries en fonction de leur usage :
Les batteries en fonction de leur technologie / électrolyte
Étape 5 - Mécanismes de dégradation des batteries au plomb
Étape 6 - Résumé des bonnes pratiques à adopter avec des batteries au plomb
Étape 7 - Désulfatation / Régénération de batteries au plomb
Notes et références
Commentaires

Introduction

Les batteries sont souvent les constituants les plus chers et les plus fragiles d'un système électrique de conversion. Aussi, il est important d'en prendre soin par une bonne utilisation et une bonne surveillance !

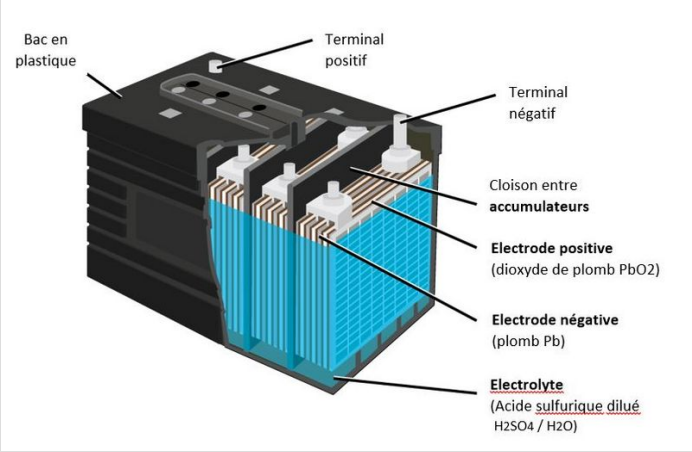
Les batteries au Plomb Acide sont très fragiles. Elles sont sensibles **aux surcharges, aux charges partielles, aux décharges profondes, aux charges trop rapides et aux températures au-dessus 20°C**. Tous ces facteurs de vieillissement prématuré, adviennent facilement et peuvent se combiner, ceci étant dû au manque de connaissance technique, à des systèmes mal dimensionnés ou à une utilisation erronée de la part de l'utilisateur. Si vous ne maîtrisez pas ces facteurs, les batteries seront rapidement endommagées.

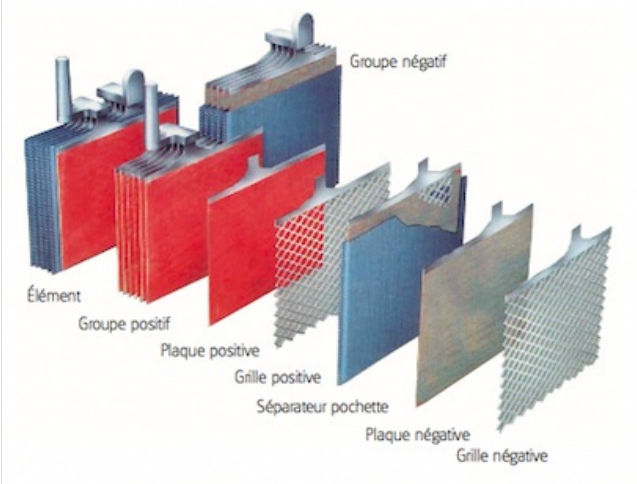
Ces dommages amèneront à une durée de vie des batteries et à une disponibilité moindre et dans certains cas, une détérioration irrémédiable des batteries peut survenir. Les batteries dureront plus longtemps en les utilisant selon les règles de l'art, et donc leur remplacement sera moins fréquent. **A long terme, vous ferez de sérieuses économies**. Un autre intérêt est que le système de conversion sera bien plus performant si les batteries sont en bon état. Plus les batteries seront en bon état et plus l'installation sera **performante** !

Dans ce tuto, nous apprendrons à bien utiliser et entretenir des batteries Plomb-Acide.

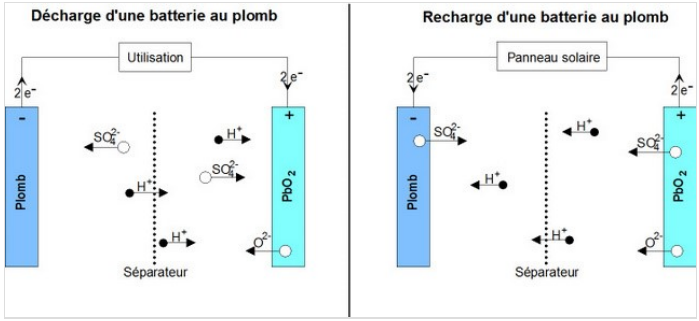
Étape 1 - Constitution d'une batterie au plomb

- Une batterie au plomb est constituée par **un ensemble d'accumulateurs**. La tension nominale d'un accumulateur étant d'environ 2.1 V, une batterie de 12 V est constituée de 6 accumulateurs montés en série et reliés par des connexions en plomb soudées. Ces accumulateurs sont logés dans un bac en plastique, fermé par un couvercle scellé.
- Chaque **accumulateur** est composé d'un **ensemble de couples d'électrodes positives et négatives** montés en parallèle. Au milieu de chaque couple est placé un **séparateur**.
- Des **séparateurs** sont généralement des **feuilles** rectangulaires, intercalées entre les plaques positives et les plaques négatives, et possèdent des qualités remarquables:
  - isolant électrique parfait
  - très grande perméabilité aux ions porteurs de charges électriques
  - excellente tenue à l'acide sulfurique
- Les **électrodes** sont composées d'une **grille** sur laquelle est déposée une matière active poreuse: du **plomb (Pb) sur l'électrode négative** et du **dioxyde de plomb** (PbO_2) sur l'**électrode positive**. La grille collecte le courant et sert aussi de support mécanique de la matière active.
- **L'électrolyte** est une **solution diluée d'acide sulfurique** dans laquelle baigne les électrodes**.** Il peut être sous forme liquide, de gel ou absorbée dans des feutres en fibre de verre en fonction du type de batterie.





Étape 2 - Fonctionnement d'une batterie au plomb



Pour comprendre les causes de défaillance d'une batterie, il est important de bien comprendre les réactions chimiques à l'œuvre à l'intérieur de celle-ci.

- **A la décharge:** Lors de la décharge, il se passe la réaction chimique suivante:

$PbO_{2\,sol} + Pb_{sol} + 2\,HSO_4^-{}_{aq} + 2\,H^+_{aq} \longrightarrow 2\,PbSO_{4\,sol} + 2\,H_2O_{liq}$

- - L'électrode positive (+) qui était du **dioxyde de plomb** va devenir du **sulfate de plomb**, sous forme de cristaux.
  - L'électrode négative (-) qui était en **plomb** va aussi devenir du **sulfate de plomb,** sous forme de cristaux.
  - Le bain dans lequel baigne tout ça (**l'électrolyte**) se transforme en grande partie en eau (H2O).

- **A la charge :** Lors de la charge, on force la réaction chimique inverse :

$2PbSO_{4\,sol} + 2\,H_2O_{liq} \longrightarrow Pb_{sol} + PbO_{2\,sol} + 2\,HSO_4^-{}_{aq} + 2\,H^+_{aq}$.

- - Les **cristaux de sulfate de plomb se redissolvent**. On retrouve une électrode (+) en dioxyde plomb et une électrode (-) en plomb.
  - L'électrolyte redevient de l'acide sulfurique dilué.

Étape 3 - Les unités caractéristiques des batteries

Les caractéristiques des batteries sont indiquées d'une manière abrégée et il n'est pas toujours facile de bien les déchiffrer. Voici un tableau récapitulatif des unités associées aux batteries :

Caractéristique	Définition	Explication
Capacité (Ah)	Quantité de courant que peut stocker ou restituer une batterie généralement spécifiée en Ah pour un régime de décharge donné	Une batterie de 10 Ah : peut débiter 5 A pendant 2 heures
Tension (V)	Niveau de tension de la batterie. Doit être compatible avec les organes connectées	Les batteries au plomb sont constituées d'éléments délivrant chacun une tension de 2,1 V. Le montage en série de ces éléments permet d'atteindre les voltages usuels souhaités, en général 12 V, soient 6 éléments. Pour réaliser des systèmes en 24 ou 48 V, on monte des batteries 12 V en série.
Energie (Wh)	Résulte de la multiplication de la capacité par la tension	Une batterie de 200Ah en 24V aura une énergie de 4800Wh
Régime de décharge, C_{xx}	Exprimée en C10, C20 ou C100, elle indique la capacité d'une batterie en fonction de sa vitesse de décharge.	Batterie 50Ah C_{20} (signifie une capacité de 50Ah avec une décharge en 20h) Batterie C_{100} : 90Ah (capacité de 90Ah avec une décharge en 100h)
Cold Cracks Amps (CCA)	Il s'agit de l'intensité maximale extractible d'une batterie sur une courte période en situation de démarrage de moteur par exemple.	L'indication CCA 420A 5 sec signifie que la batterie peut délivrer 420A pendant 5 sec
SOC (State of Charge)	état de charge d'une batterie, quantité d'électricité restante,	SOC = 50 % : le réservoir est à moitié plein
DOD (Depth of Discharge)	Etat de décharge d'une batterie, quantité d'électricité consommée	DOD + SOC = 100%
Nombre de cycles	Pour une batterie, un cycle représente une décharge suivie d'une charge. Mais attention, le nombre de cycles d'une batterie est fonction de la profondeur de la décharge subie.	Une même batterie peut avoir: • 500 cycles à 80% de DOD • 750 cycles à 50% de DOD • 1800 cycles à 30% de DOD

Étape 4 - Différents types de batteries pour différents usages

Il existe plusieurs types et plusieurs technologies de batteries au plomb. Chacune est adaptée à un usage, un environnement et des contraintes particulières. Comprendre ces différences est essentiel pour choisir et entretenir correctement sa batterie. Cette partie résume les grandes familles de batteries plomb et leurs caractéristiques.

Ne jamais mélanger des batteries de différents types.
Les combinaisons suivantes sont à proscrire :

- Vieilles et nouvelles batteries
- Différentes capacités
- Différents types de batterie
- Différentes marques
- Différentes technologies ou chimie

Les batteries en fonction de leur usage :

- **Batterie de démarrage:**

Une batterie de démarrage est destinée à fournir un **courant élevé** pendant une **très courte période.** Elle est conçue pour **démarrer un moteur** (par exemple un véhicule ou un groupe électrogène). Les batteries de démarrage sont parfois appelées “batterie de voiture”, “batterie de camion” ou “batterie à plaques minces”. Voir l'intérieur d'une batterie de démarrage.

Les batteries de démarrage ne sont pas faites pour un usage cyclique. Elles sont étudiées uniquement pour des forts courants de décharge de très courte durée. Ainsi, elles ne peuvent pas être utilisées dans un système de conversion électrique / installation photovoltaïque. Même s'il est tentant de les utiliser car disponibles facilement à bas coût, cela causera des dysfonctionnements au final.

- **Batterie de traction**

Le nom de ces batteries vient de leur première utilisation : l'alimentation du moteur de véhicules électriques comme les chariots élévateurs. Elles sont généralement équipées de "plaques épaisses ou tubulaires" qui leur permet de **résister à des décharges assez profondes et d'avoir une durée de vie élevée.** Elles sont bien adaptées à une utilisation en solaire photovoltaïque.
Les **batteries OPzS (**électrolyte liquide**) et OPzV** (électrolyte gel) présentent à peu près les mêmes caractéristiques que les batteries de traction.

- **Batterie stationnaire**

Ces batteries sont celles utilisées dans les **alimentations de secours** notamment pour des systèmes informatiques ou de télécommunication. Elles sont conçues pour être rechargées en permanence et n'être déchargées que rarement.

- **Batterie solaire / à décharge lente**

Ces batteries sont prévues pour être utilisées dans des **installations solaires photovoltaïques.** Elles sont conçues pour supporter un nombre élevé de cycle (puisqu'elles seront déchargées toutes les nuits et rechargées tous les matins), leur profondeur de décharge est généralement bonne mais peut varier fortement d'un modèle à l'autre. Les **batteries de servitudes** présentent à peu près les mêmes caractéristiques que les batteries solaires.
Voir l'intérieur d'une batterie à décharge lente / solaire

Les batteries en fonction de leur technologie / électrolyte

- **Batterie ouverte**

Une batterie ouverte est une batterie à électrolyte liquide dotée de bouchons permettant de la remplir. Les batteries ouvertes ne sont pas étanches : le liquide qui est à l'intérieur s'évapore peu à peu, il faut donc contrôler régulièrement son niveau et compléter si nécessaire avec de l'eau distillée.

Avantages	Inconvénients
Réparable	Entretien nécessaire
Permet les courants forts à froid (CCA)	Risque de non homogénéité de l'électrolyte si peu utilisé = vieillissement prématuré
Supporte les surcharges et les surchauffes (on peut remettre du liquide si celui-ci s'évapore)	Dégagement d'hydrogène, donc risque d'explotion si milieu non aéré
Prix faible	N'aime pas le froid, risque de gel de l'électrolyte.
	Forte autodécharge (10-12% par mois) si pas utilisé régulièrement.
	Fuites possibles si basculée

- **Batterie liquide scellée / étanche**

Une batterie étanche est une batterie à électrolyte liquide dotée d'un système permettant d'empêcher l'évaporation de l'eau contenu dans l'électrolyte, par recombinaison des gaz. Ces batteries ne nécessitent pas de maintenance. Ces batteries sont souvent appelées **VRLA** pour *Valve Regulated Lead-Acid*.

Avantages	Inconvénients
Réduit la production de gaz explosif, les pertes en eau et les fuites	Ne permet plus l'entretien, ni le contrôle
Nécessite moins de maintenance	Impose une charge parfaitement régulée en fonction de la température pour éviter les pertes de gaz par surpression

- **Batterie AGM**

Les batteries AGM sont un type de batterie étanche / VRLA. Dans une batterie AGM, l'électrolyte est liquide mais maintenu en place dans un buvard en fibre de verre, d'où son nom: Absorbed Glass Material.
Voir l'intérieur d'une batterie AGM

Avantages	Inconvénients
Sans entretien avec un faible dégagement gazeux	Ne supporte pas la chaleur (perte de l'électrolyte sous forme de gaz - effet définitif)
Bon maintient de l'homogénéité de l'électrolyte	Ne supporte pas les surcharges (perte de l'électrolyte sous forme de gaz - effet définitif)

Supporte bien le froid car électrolyte homogène	Durée de vie limitée (taux d'acidité obligatoirement élevé)
Permet de faire passer des courants de crête forts (CCA)	
Résiste bien aux chocs car tout est bien maintenu à l'intérieur	
Faible autodécharge (1-3% par mois)	

- **Batterie gel**

Les batteries gel sont un type de batterie étanche / VRLA. Dans une batterie gel, l'électrolyte est gélifié par ajout de silicate.
Voir l'intérieur d'une batterie gel

Avantages	Inconvénients
Parfait maintien de l'homogénéité de l'electrolyte	Courant de crête limité
Faible autodécharge (1-3% par mois)	Charge et décharge lente (courant de charge limité à 5-10% de la capacité)
Résiste bien aux chocs car tout est bien maintenu à l'intérieur	Ne supporte pas la chaleur (perte de l'électrolyte sous forme de gaz - effet définitif)
Bonne durée de vie	Ne supporte pas les surcharges (perte de l'électrolyte sous forme de gaz - effet définitif)
	Prix élevé

Types de plaques / Usage		Très fines / Démarrage	Fines / Démarrage-servitude	Épaisses / Traction-cyclage	Tubulaire / Traction-cyclage
Épaisseur des plaques		1 - 2 mm	2 – 3 mm	3 – 5 mm	8 - 12 mm
Liquide	Ouverte	40% max **150 cycles à 40%** CCA 1000% Courant normal 10% **Vie : 3 - 5 ans** Prix du kWh : **90 €** Poids du kWh : **15kg**	50% max **200 cycles à 50%** CCA 500% Courant normal 15% **Vie : 5 - 8 ans** Prix du kWh : **130 €** Poids du kWh : **21kg**	80% max **500- 700 cycles à 80%** CCA 200% Courant normal 20% **Vie : 6 - 8 ans** Prix du kWh : **180 €** Poids du kWh : **28kg**	95% max **1200 cycles à 80%** CCA 100% Courant normal 20% **Vie : 15 - 20 ans** Prix du kWh : **290 €** Poids du kWh : **33kg**
Liquide	VRLA	40% max **150 cycles à 40%** CCA 1000% Courant normal 10% **Vie : 3 - 5 ans** Prix du kWh : **92 €** Poids du kWh : **16kg**	50% max **200 cycles à 50%** CCA 500% Courant normal 15% **Vie : 5 - 6 ans** Prix du kWh : **150 €** Poids du kWh : **22kg**	X	X
AGM	VRLA	50% max **300 cycles à 50%** CCA 1500% Courant normal 15% **Vie : 4 - 6 ans** Prix du kWh : **300 €** Poids du kWh : **26kg**	80% max **400 cycles à 80%** CCA 550% Courant normal 25% **Vie : 6 - 7 ans** Prix du kWh : **220 €** Poids du kWh : **24kg**	80% max **500 - 800 cycles à 80%** CCA 300% Courant normal 20% **Vie : 8 - 10 ans** Prix du kWh : **280 €** Poids du kWh : **25kg**	X
GEL	VRLA	X	90% max **500 cycles à 80%** CCA 200% Courant normal 10% **Vie : 6 - 8 ans** Prix du kWh : **280 €** Poids du kWh : **25kg**	90% max **600-900 cycles à 80%** CCA 200% Courant normal 10% **Vie : 8 -12 ans** Prix du kWh : **240 €** Poids du kWh : **27kg**	95% max **1800 cycles à 90%** CCA 100% Courant normal 10% **Vie : 20 - 25 ans** Prix du kWh : **490 €** Poids du kWh : **39kg**

Toutes les valeurs sont sur la base de capacités affichées en C20

Ouverte	VRLA			
Liquide		AGM	GEL	
X	XX	XXX	XXXX	Prix
Très bonnes	Très bonnes	bonnes	faibles	Performances
variable	variable	limitée	longue	Durée de vie
90	90	96-98	80-85	Rendement
OUI	OUI	NON	NON	Tenue au chaud
NON	NON	OUI	OUI	Tenue au froid
OUI	OUI	NON	NON	Tenue en surcharge
20%	20%	15-25%	5-10%	Courant d'usage
1000%	1000%	300%	200%	Courant CCA
X	X	XX	XXX	Cycles
X	X	XX	XXX	Taux de décharge
10-12%	10-12%	1-3%	1-3%	Auto-décharge
XXXX	XXX	XX	X	Gaz
X	XX	XXX	XXXX	Chocs
OUI	NON	NON	NON	Entretien
OUI	NON	NON	NON	Réparable

Étape 5 - Mécanismes de dégradation des batteries au plomb

- **Stratification de l'électrolyte**: Dans une batterie à électrolyte liquide, si l'électrolyte n'est pas agité, l'acide sulfurique va couler vers le bas des bacs. Ainsi, la densité de l'électrolyte va lentement augmenter en bas des batteries, tandis qu'elle va diminuer en haut des batteries. Cette stratification de l'acide va provoquer une inhomogénité de la décharge des électrodes avec une corrosion accélérée en pied de batterie.

Comment l'éviter ?

- Utiliser régulièrement ses batteries. L'électrolyse de l'eau créé naturellement des bulles d'oxygène qui agite l'électrolyte.
- Effectuer périodiquement une charge d'égalisation: Elle consiste à charger les batteries avec un faible courant, mais sous une tension supérieure à la tension généralement appliquée pour créer un bouillonnement plus important.

Type de dégradation	Causes	Conséquences	Type de batterie concerné	Réversibilité
Stratification de l'électrolyte	- Etat prolongé de sous-charge - Tensions de charge trop faibles	- Corrosion accélérée en pied de batterie	Batteries ouvertes	OUI, si traité assez tôt : Charge d'égalisation
Corrosion de l'électrode positive	- Oxydation spontanée au repos ou lors de la charge - Accéléré par la stratification - Températures élevées (>30°C)	- Altération de la conduction électrique - Court-circuit - Chute de la durée de vie	Batteries stationnaires et de traction	NON
Perte de matière active	- Contraintes mécaniques dues au courant en charge/décharge	- Court-circuit entre les plaques	Batteries de traction	NON
Asséchement de l'électrolyte	- Surcharges - Températures élevées (>30°C) - Recombinaison des gaz jamais efficace à 100%	Accélération de la sulfatation	Batteries étanches VRLA, AGM, GEL (si entretien ok sur batterie ouverte)	NON
Sulfatation	-Stockage prolongé déchargée - Sous-charge par rapport à la consommation - Accéléré par la stratification	- Réduit la capacité effective de la batterie - Altération de la conduction électrique	Tous types de batterie	OUI : Désulfatation
Gel de l'électrolyte	- Batterie stockée déchargée dans un pays froid - Densité spécifique mal adaptée (acide/eau < 1,29)	- Déformations ou fissures du conteneur - Panne définitive	Batteries à électrolyte liquide	NON
Corrosion des bornes de batteries	- Projections d'acide ou vapeurs d'acide - Corrosion galvanique : contact entre 2 métaux différents	- Mauvaise conductivité électrique	Batteries ouvertes	OUI : brossage, nettoyage des dépôts d'oxydes
Echauffement ou Fusion des bornes de batteries	- Connecteur mal serré sur la borne	- Risque d'incendie	Tous types de batterie	NON

- Utiliser des batteries GEL ou AGM

- **Corrosion des électrodes positives:** Les électrodes positives sont sensibles à la corrosion qui se produit au repos, mais surtout lors de la charge : le plomb de la grille se transforme en oxyde de plomb, peu conducteur. Si la corrosion devient trop importante, les matériaux actifs tombent peu à peu au fond des accumulateurs, et l'ensemble des électrodes se désagrège. La capacité de la batterie diminue et la résistance interne augmente jusqu'à rendre la batterie inutilisable.

Comment la limiter ?
- Éviter les surcharges: vérifier sur les fiches techniques que les courants et durées de charges ne sont pas trop importants
- Éviter les températures élevées: aérer ou isoler le local batterie, laisser un espace entre chaque batterie.

- **Perte de la matière active**: Durant des cycles de charge et de décharge, les plaques positives et négatives subissent de fortes contraintes mécaniques (forts courants, champs magnétiques induits). Les plaques se désagrègent peu à peu et la matière active s'accumule au fond de la batterie. Cette "boue" peut provoquer des courts circuits entre deux plaques.

Comment la limiter ?
- Éviter les décharges profondes
- Éviter les décharges rapides: Si la batterie est déchargée très rapidement, les contraintes mécaniques n'ont pas le temps de s'accommoder et la désagrégation est plus rapide.
- Choisir des batteries à électrodes épaisses ou tubulaires.

- **Asséchement de l'électrolyte:** Naturellement, l'eau contenue dans l'électrolyte s'évapore un peu. Les batteries VRLA favorise sa recondensation, ce qui réduit la nécessité d'appoint en eau distillée (contrairement aux batteries ouvertes). Mais, une fois la batterie chargée, un apport de courant amorce l'électrolyse de l'eau avec formation d'oxygène et d'hydrogène gazeux. Dans une batterie VRLA, au délà d'une certaine pression, des soupapes de sécurité laissent s'échapper l'eau de manière définitive. Ceci est problématique car l'appoint d'eau distillée n'est pas possible !

Comment l'éviter ?
- Éviter les surcharges: vérifier sur les fiches techniques que les courants et durées de charges ne sont pas trop importants
- Éviter les températures élevées: aérer ou isoler le local batterie, laisser un espace entre chaque batterie.

- **Sulfatation:** Durant la décharge, des cristaux de sulfate de plomb (PbSO4) se forment sur les électrodes positives et négatives. Si la batterie reste longtemps déchargée, ces cristaux de sulfate de plomb grossissent et durcissent de manière irréversible. Cela réduit la conductivité des électrodes, fait perdre en capacité à la batterie et peut provoquer des courts-circuits.

Comment la limiter ?
- Éviter les sous-charges prolongée: ne jamais stocker une

batterie déchargée
- Éviter les charges incomplètes: charger vos batteries à 100% au moins 1x/semaine.

Gel de l'électrolyte: Lorsqu'une batterie est déchargée, l'électrolyte est principalement constitué d'eau. Sous de basses températures, celle-ci peut geler et endommager irrémédiablement la batterie.

Comment l'éviter ?
- En voiture, éviter les trajets quotidien trop courts en hiver.
- Dans les climats froids, augmenter la densité spécifique de l'électrolyte si batterie ouverte (acide/eau= 1,29-1,3 g/cm3)
- Passer à des batteries AGM ou Gel

- **Corrosion des bornes de la batterie :** Suite à des projections d'acide, des vapeurs d'acide, ou simplement à de la corrosion galvanique (2 métaux différents mis en contact), il peut se former des dépôts d'oxyde de plomb sur les bornes de la batterie. Cela peut poser des problèmes de conductivité électrique.

Comment l'éviter ?
- Graisser les connectiques avec de la vaseline ou une graisse anti-corrosion adaptée aux batteries
- Brosser, nettoyer les bornes si des traces de corrosion s'installe.

- **Fusion des bornes de la batterie**: Si le connecteur est mal serré sur la borne, la résistance électrique de contact va augmenter. Au passage d'un courant élevé, les bornes peuvent fondre par effet Joule. Cela peut amener à des incendies !

Comment l'éviter ?
- Respecter les couples de serrage en N.m donnés par les fabricants de batteries.
- Vérifier régulièrement le bon serrage surtout si les batteries sont soumises à des vibrations (voitures de golf, remorques...)

Étape 6 - Résumé des bonnes pratiques à adopter avec des batteries au plomb

- **Matériel:** Bien choisir sa batterie en fonction de l'usage recherché.
  Ne jamais mélanger des batteries neuves et usagées.
  Ne jamais mélanger des batteries de technologies différentes.
  Installer correctement et solidement le câblage de votre parc batterie pour éviter les incendies.
  Vérifier régulièrement les connectiques si celles-ci sont soumises à des vibrations.

- **Détection et prévention des décharges profondes**: La durée de vie d'une batterie est en relation directe avec la profondeur de décharge DoD. Il est donc très important d'**empêcher toute décharge à plus de 50% !**
  - Comment connaitre le niveau de charge (SoC)?
    - La mesure du voltage ne suffit pas. Trop de facteurs différents agissent sur la tension de batterie.
    - Il faut utiliser un moniteur batterie. Il calcule la tension mais aussi les courants de charge et de décharge. Cela permet de calculer l'état de charge en direct.
  - Comment éviter les décharges profondes ?
    - L'idée est de contrôler le niveau de charge (SoC) et de déconnecter les charges de consommation dès que celui-ci passe sous un niveau établi.
    - Utiliser un protecteur de batterie/Battery Protect ou un régulateur de charge solaire paramétrable, pour les équipements en courant continu DC.
    - Utiliser le relais à contact sec de votre moniteur batterie s'il en est équipé.
    - Paramétrer le seuil de basse tension batterie sur votre onduleur pour les équipements en courant alternatif AC (bien lire la notice).
- **Faire attention à la température**: Ce facteur a une influence très importante sur la durée de vie des batteries ! Il est très important de garder les batteries **à des températures « fraiches »** , environ 20°C.
  - Local technique : Choisissez toujours la pièce ou l'endroit le plus frais. Ne laissez jamais les batteries exposées au soleil direct. Si ce lieu est encore trop chaud, il faudra très sérieusement envisager une ventilation rafraichissante du local ou du container batterie.
  - Aération et ventilation : Toujours garder de l'espace entre les batteries (environ 5 cm), ne pas les mettre les unes contre les autres. Si les batteries sont à l'intérieur d'un coffre à batterie ou dans une armoire, il doit y exister une circulation d'air.
  - Compensation de température: Lorsque la température dépasse les 30°C ou est inférieure à 10°C durant une longue période, il est nécessaire de modifier la tension de recharge.

- **Batterie non utilisée – Autodécharge**: Quand une batterie n'est pas utilisée, elle se décharge lentement. Ce phénomène dépend du type de batterie et de la température.
  - Une batterie ouverte non utilisée doit **rechargée tous les 4 mois** à température ambiante (entre 10-25°C).
  - Une batterie ouverte non utilisée doit être maintenue chargée **en permanence** par des température inférieure à 0°C.
  - Les batteries étanches pourront être laissées jusqu'à 6 à 8 mois sans recharge par température ambiante.
  - Quand un système contenant des batteries (camping car, voiture, etc) n'est pas utilisé pendant une longue période, **débranchez les batteries** pour éviter les courants de fuites.

- **Tensions correctes de charge:** Ne jamais recharger les batteries avec une tension supérieure à celle préconisée dans la fiche technique du fabriquant. Utiliser un chargeur ayant au moins 3 étapes de charge (Bulk, Absorption, Float).

- **Courant correct de charge / décharge :** Il est préconisé de ne **jamais charger ou recharger** des batteries plomb **à plus de 0,2C**, c'est-à-dire 20% de la capacité du parc batterie (ex: 20A pour un parc batterie de 100Ah).

> Lors du dimensionnement d'une installation photovoltaïque, bien s'assurer que le courant de sortie max est inférieur à 20% de la capacité batterie. Soit: Imax (A) = Pmax (W) / Ubat (V) < 0,2C

Étape 7 - Désulfatation / Régénération de batteries au plomb

Durant la décharge, du sulfate de plomb (PbSO4) se forme sur les électrodes positives et négatives. Si la batterie reste déchargée, ce sulfate de plomb cristallise et durcit. Une fois cristallisé, il ne peut plus se transformer en acide sulfurique lors du chargement de la batterie. Cela fait chuter la capacité de la batterie: "elle ne tient plus la charge"

La **régénération de batterie** est un processus qui consiste à envoyer des impulsions électriques de forte intensité (300-400A) à une fréquence donnée, basée sur la fréquence de résonance propre de la batterie. Celle-ci est calculée automatiquement par la machine et évolue au cours du temps. Ces impulsions viennent briser la couche cristalline formée par le sulfate de plomb amorphe et permettent la redilution de celui-ci dans l'acide sulfurique.

Taux de succès: La sulfatation n'étant pas le seul phénomène de dégradation d'une batterie, toutes ne pourront pas être régénérées par désulfatation.

- Sur les batteries à électrodes tubulaires, le taux de succès est d'environ 90% (source: BeEnergy)
- Sur les batteries de démarrage, le taux de succès est d'environ 30%. (source: BeEnergy)

Durée du procédé: Ce procédé peut durer de quelques heures pour une batterie de démarrage à plusieurs jours pour des batteries de traction.

[Recherches à poursuivre]

Notes et références

Document rédigé par Guénolé Conrad avec l'aide de Loup Girier, Wiam Razi, Elliot Harant et Pascal Criquioche dans le cadre du projet Scholar Grid. Un projet à l'initiative de la Fondation Schneider Electric avec le support technique d'Energie Sans Frontières, Atelier 21 et du Low-tech Lab

- Document Victron Energy, Traduit de: ”Optimiser la vie des batteries plomb - Leçon V02 Bis.docx” de Margriet Leeftink, par Jacques Noël
- Bon résumé sur l'Installation des batteries au plomb, Site web "Batterie-solaire.com"
- Bon résumé sur l'Entretien des batteries au plomb, Site web "Batterie-solaire.com"
- Rapport "Etat de l'Art des Technologies de Désulfatation des Accumulateurs à Plomb" de l'ADEME - 2011
- Vidéo "Batterie Liquide, AGM, GEL, que choisir?" de la chaîne Youtube de Guillaume Piton - La Watterie