

Facteurs favorisant le vieillissement prématuré d'une batterie « plomb »

I – Décharge trop profonde de la batterie et nombre de cycle

II – Charge trop rapide et charge partielle

III – Charge insuffisante

IV – Surcharge

V – Température

Voir Chapitre p 17 à 19 du livre « Energie sans limite » : <http://www.victronenergy.fr/upload/documents/Book-FR-EnergieSansLimites.pdf>

I - Décharge trop profonde de la batterie.

Plus les batteries sont déchargées profondément, plus elles vieillissent rapidement (suite à une perte accélérée de la masse active, voir par. 2.2.4.) Quand une certaine limite est dépassée (environ 80 % de décharge), le processus de vieillissement s'intensifie de façon disproportionnée. De plus, si une batterie est laissée déchargée, ses plaques se mettent à sulfater (2.2.4.). Comme cela a été expliqué dans le paragraphe 2.2.4, une batterie vieillit, même quand elle est chargée, sans être utilisée, surtout suite à la corrosion de la grille des plaques positives.

Le tableau suivant donne un aperçu général sur le nombre de cycles de charge/décharge que les batteries peuvent supporter jusqu'à la fin de leur vie et sur leur extrême sensibilité à la sulfatation et à la corrosion.

Type	Nombre de cycles jusqu'à la fin de la durée de vie		Sulfatation en cas de décharge à 100 %	Durée de vie quand la batterie est presque en permanence sous charge et pratiquement jamais déchargée (température ambiante 20°C)
	Profondeur de décharge 80 %	Profondeur de décharge 60 %		
Démarrage 'ouverte'	Ne convient pas à l'utilisation cyclique			5
Eléments cylindriques (VRLA)	400	650	En quelques jours irréparablement sulfatée	10
Semi-traction 'ouverte'	200	350	En quelques jours irréparablement sulfatée	5
Batterie AGM (VRLA)	250	450	Survit au maximum 1 mois en état court-circuité	4 - 10
Traction (plaques tubulaires) 'ouverte'	1500	2500	Survit au maximum 1 mois en état déchargé	10 – 15
Sonnenschein Dryfit A200 gel (VRLA)	250	450	Survit au maximum 1 mois en état déchargé	4 – 5
Sonnenschein Dryfit A600 gel (VRLA)	600	900	Survit au maximum 1 mois en état déchargé	15 – 18

Le nombre de cycles de charge/décharge qu'une batterie peut accepter dépend fortement de la profondeur de la décharge (anglais : Depth of Discharge, = DoD). On considère que les batteries ont atteint la fin de leur durée de vie quand la capacité est réduite à 80% de la capacité nominale.

Bien que la plupart des batteries puissent se rétablir après une décharge complète, c'est tout de même très dommageable pour sa durée de vie. Les batteries ne doivent **jamais** être déchargées complètement et surtout ne pas être laissées en état de décharge.

Notez aussi que la tension d'une batterie en utilisation n'est pas un bon critère du niveau de décharge. La tension de la batterie est trop influencée par d'autres facteurs, tel que le courant de décharge et la température. Ce n'est que quand la batterie est presque complètement déchargée (DoD 80% jusqu'à 90%) que la tension baissera rapidement. La batterie doit être rechargée **avant** que cela se produise. C'est pourquoi il est fortement conseillé d'utiliser un moniteur de batterie pour bien gérer les grands parcs de batteries assez coûteux (chapitre 3).

II – Charge trop rapide et charge partielle :

La plupart des batteries acceptent un courant de charge élevé jusqu'à ce que la tension de gazage soit atteinte. Cependant un courant de charge élevé réduira considérablement la durée de vie de la plupart des batteries. La raison en est la dégradation accélérée de la cohésion de la matière active. En général, il est conseillé de limiter le courant de charge à $C / 5$, c'est-à-dire à 20 % de la capacité nominale.

Par ailleurs, si une batterie est chargée avec un courant supérieur à $C / 5$, la température peut augmenter considérablement. Une compensation de température de la tension de charge est alors une nécessité absolue (voir par. 2.5.9).

Selon notre propre expérience, la recharge d'une batterie de 12 V 100 Ah, déchargée à 50 %, avec un courant de 33 A ($C / 3$) aboutit à une augmentation de température de 10 à 15 °C. La température maximum est atteinte à la fin de l'étape principale. Les batteries plus grandes deviennent même encore plus chaudes (parce que la quantité de chaleur produite augmente avec le volume et l'émission de la chaleur augmente avec la surface).

Un exemple :

Supposons qu'un voilier de 15 mètres soit équipé d'une batterie de servitude de 24 V avec une capacité de 800 Ah. Le courant de charge maximal serait alors de $C / 5 = 160$ A. En deux heures, 320 Ah pourraient alors être chargés. Si au même moment il y a une consommation de 15 A, le chargeur devrait fournir 175 A. Sur les 22 heures restantes de la journée, $320 \text{ Ah} / 22 \text{ heures} = 14,5$ A en moyenne peuvent alors être utilisés, ce qui signifie une décharge de seulement $320 / 800 = 40$ %. Cela paraît peu, mais hélas c'est le maximum réalisable, si la période, dans laquelle le générateur est utilisé, est limitée à 2 heures. La batterie, utilisée de cette façon, se charge en effet jusqu'à 80 % environ (au-delà de ce pourcentage, la tension de charge augmente et le courant de charge diminue) et se décharge jusqu'à environ 60 %. Décharger encore plus et charger plus rapidement conduirait à un raccourcissement considérable de la durée de vie. Dans l'exemple décrit ci-dessus, la batterie est utilisée dans un **état de charge partielle** (entre 20 % et 60 % de la charge totale).

Il y a deux raisons principales pour que le nombre de cycles d'utilisation en état partiellement chargé doit être limité :

1) Stratification de l'électrolyte

Ce problème s'applique en particulier aux batteries ouvertes, voir par. 2.3.5.

2) Déséquilibre de l'état de charge des éléments.

Les éléments d'une batterie ne sont jamais tout à fait identiques. Certains ont un peu moins de capacité. Il y a aussi certains éléments qui se chargent moins facilement (voir § 3.4). En cas de « cyclage » en état de charge partielle, ces éléments « plus faibles » seront de moins en moins chargés. Afin de recharger complètement l'élément le plus faible, les autres éléments devront être surchargés, voir le § 4.3.

La stratification et le déséquilibre de l'état de charge des éléments se produisent plus rapidement en cas de décharges très profondes et en cas de courant de charge très élevé. Afin de prévenir le déséquilibre excessif des éléments, une batterie doit être chargée complètement au moins tous les 30 à 60 cycles.

La charge d'une batterie traction devra être suivie par une charge d'égalisation, voir le § 4.3.

III – Charge insuffisante :

Comme décrit dans le § 2.2.4., la sulfatation a lieu quand une batterie est laissée dans un état de décharge complète. La sulfatation apparaîtra, mais plus lentement, également quand une batterie est laissée en état de décharge partielle. C'est pourquoi il est recommandé de ne jamais laisser une batterie déchargée à plus de 50 %, et de régulièrement recharger la batterie à 100 %.

La recharge insuffisante ajoutée à une décharge excessive est le facteur principal du vieillissement prématuré d'une batterie.

IV - Surcharge.

La surcharge provoque un bouillonnement excessif et de ce fait aussi une perte d'eau. Pour les batteries ouvertes, la perte d'eau peut être compensée en rajoutant de l'eau déminéralisée (mais la corrosion accélérée des plaques positives, ayant lieu en même temps, est irréparable).

Les batteries étanches sont plus sensibles à la surcharge puisque la perte d'eau ne peut être compensée. Une cause courante de surcharge est l'absence de compensation de température (voir §4.4.). Une autre raison peut être la charge simultanée de plusieurs batteries à l'aide d'un répartiteur de charge à diodes (voir chapitre 5).

V –Température positive supérieure à 20°C et négative.

Température supérieure à 20°C :

La température d'une batterie peut fortement varier pour plusieurs raisons:

- La charge et la décharge rapides échauffent la batterie (voir § 2.5.6 et 2.5.8).
- L'emplacement de la batterie. Dans la salle des machines d'un bateau, la température peut aller au-delà de 50°C

Dans un véhicule, la température peut varier de - 20°C a + 50°C.

Une température de fonctionnement élevée mène à un vieillissement accéléré, car les processus chimiques de décomposition dans la batterie se déroulent plus rapidement.

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

Le tableau ci-dessous donne une impression de la durée de vie pour des températures différentes.

Type batterie	Durée de vie quand la batterie est continuellement sous charge (années)		
	20°C	25°C	30°C
Démarrage 'ouverte'	5	3.6	2.5
Éléments cylindriques (VRLA)	10	7	5
Semi-traction 'ouverte'	5	3.6	2.5
Batterie AGM (VRLA)	8	6	4
Traction (plaques tubulaires) 'ouverte'	10	7	5
Sonnenschein Dryfit A200 gel (VRLA)	5	3.6	2.5
Sonnenschein Dryfit A600 gel (VRLA)	16	11	8

Finalement, la température joue un rôle très important lors de la charge de la batterie. En effet, la tension du gazage, et avec elle, la tension d'entretien et d'absorption optimale, diminue au fur et à mesure que la température de la batterie augmente. Ce qui signifie qu'avec une tension de charge constante, une batterie chaude sera surchargée et une batterie froide sera insuffisamment chargée.

Voir le § 4.4 ci-dessous, pour plus d'informations sur la température et la charge des batteries.

Température inférieure à 0°C :

Pour les batteries à électrolyte liquide, il est primordial, par température négative, qu'elles soient bien chargées et qu'une charge d'égalisation soit effectuée régulièrement afin de déstratifier l'électrolyte liquide et éviter qu'il y ait une sur-densité d'acide sulfurique dans les strates inférieures et de l'eau pure dans les strates supérieures. Sinon, vous risquez la destruction de la batterie par le gel.

La capacité d'une batterie diminue avec le froid. Cette diminution de capacité est égale à 1% par degré C en-dessous de 20°C. Moins la batterie est chargée, plus la densité en acide est faible et moins la batterie est protégée contre le gel.

Voir le résultat sur des batteries OPzS ci-dessous :

4.4. Compensation de température

Tel qu'il a été déjà mentionné dans le § 2.5.9, la température joue un rôle très important lors de la recharge de la batterie. La tension de gazage et, aussi de ce fait, la tension optimale d'absorption et la tension optimale de charge d'entretien sont inversement proportionnelles à la température. Cela signifie qu'avec une tension de charge constante, une batterie chaude sera trop chargée tandis qu'une batterie froide pas assez.

Emballage thermique (anglais : thermal runaway):

La recharge d'une batterie chaude, sans compensation de température, peut conduire à une situation instable: Puisque la tension de gazage baisse avec une température qui s'élève, le courant d'absorption augmente et la batterie s'échauffe encore plus, etc. Cela mène à la destruction de la batterie (le bouillonnement excessif repousse la masse active en dehors des plaques). Il existe un danger réel d'explosion suite à un court-circuit interne et à la présence des grandes quantités d'oxygène et d'hydrogène gazeux.

La tension de charge, indiquée par les fabricants européens de batteries, s'applique à une température de batterie de 20°C et peut être gardée constante tant que la température de la batterie reste assez constante (15°C à 25°C). En dehors de cette plage de température, une compensation de température est vivement conseillée.

Quoique les recommandations des fabricants diffèrent quelque peu, une compensation de température de $-4 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$ par élément est une moyenne généralement acceptée. Cela signifie $-24 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$ pour une batterie de 12 V et $-48 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$ pour une batterie de 24 V.

Si le fabricant prescrit une tension d'absorption de, par exemple, 28,2 V à 20°C, la tension d'absorption doit être réduite à 27,7 V si la température monte à 30°C. Cette différence de 0,5 V n'est pas négligeable. Si, en plus de la température ambiante de 30°C, la température interne de la batterie monte également de 10°C, ce qui est très normal pendant la charge, la tension d'absorption doit alors être abaissée à 27,2 V. Sans compensation de température, la tension de charge aurait été de 28,2 V, une surtension suffisante pour détruire rapidement vos batteries gel ou AGM !

Tout cela veut dire qu'une **compensation de température est importante**, surtout pour les grandes et coûteuses batteries VRLA.

Très important :

Ne jamais disposer les batteries les unes contre les autres. Laisser quelques centimètres entre les batteries (voir photo sur les conséquences). Les batteries extérieures sont très peu déformées alors que les batteries intérieures sont difformes !



Batteries collées les unes contre les autres et sonde de température du chargeur non installée !



Batteries collées les unes contre les autres et sonde de température du chargeur non installée !



Batteries OPzS sans charge d'égalisation et déchargées : Elles ont gelées ! Boîtier éclaté !