

Information technique

## Gestion de batterie du SUNNY ISLAND

Régulation de charge douce pour les batteries au plomb basée sur l'état de charge actuel



### Contenu

La détermination exacte de l'état de charge est la condition préalable pour un bon fonctionnement des batteries au plomb. Seul un fonctionnement correct peut permettre d'atteindre la durée de vie de la batterie indiquée par le fabricant. Le système de gestion de l'onduleur chargeur Sunny Island s'appuie donc sur une détermination très précise de l'état de charge. Combinant les trois méthodes les plus couramment utilisées pour déterminer l'état de charge, le Sunny Island réduit l'écart de mesure à seulement 5 %. Cela permet ainsi d'éviter efficacement les surcharges et les décharges profondes des batteries au plomb. Un autre avantage du système de gestion de batterie est la régulation de la charge particulièrement douce. Le système choisit automatiquement la stratégie de charge optimale pour le type de batterie et les conditions d'utilisation. Le système de gestion de batterie de l'onduleur Sunny Island prend en charge les batteries au plomb de type **FLA** et **VRLA**.

Dans les systèmes Sunny Island, il est également possible d'utiliser des batteries lithium-ion (« Utilisation conforme », voir les instructions d'installation de l'onduleur Sunny Island sur [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)). Les batteries lithium-ion appropriées pour le fonctionnement avec le Sunny Island disposent de leur propre système de gestion de batterie, généralement programmé par le fabricant et intégré dans la batterie. SMA Solar Technology AG ne peut pas influencer sur le fonctionnement de ce système de gestion externe. Les chapitres suivants décrivent le système de gestion de l'onduleur Sunny Island et s'appliquent uniquement aux batteries au plomb.

# 1 État de la batterie

## 1.1 Capacité nominale et usure de la batterie

La capacité disponible d'une batterie **neuve** est égale à la capacité nominale indiquée par le fabricant de la batterie pour une décharge de 10 heures (C10). En cours de fonctionnement, la capacité disponible de la batterie diminue pour les raisons suivantes :

- **Usure calendaire**

Sans que la batterie ne soit utilisée, la capacité disponible de la batterie diminue au fil du temps.

- **Cyclage**

La batterie s'use ne pouvant supporter qu'un certain nombre de cycles de décharge.

L'usure est également liée à d'autres facteurs : charges insuffisantes, tensions de charge trop fortes, décharges profondes ou température trop élevée. Grâce à la sélection correcte des paramètres de batterie, le système de gestion de batterie peut influencer sur ces facteurs et ainsi préserver le système de gestion de batterie.

## 1.2 État de charge actuel (SOC)

Le Sunny Island donne le SOC (State of Charge), c'est-à-dire l'état de charge actuel de la batterie, via le paramètre **BatSoc**. Le calcul du paramètre **BatSoc** résulte de la combinaison des méthodes suivantes :

- Comptage des ampères-heures, y compris détection de pleine charge
- Recalibrage de la tension : recalibrage de l'état de charge à l'aide de la tension de la batterie.

### Comptage des ampères-heures :

Le comptage des ampères-heures est une méthode simple utilisant l'intégrale du courant de batterie pour évaluer l'état de charge. L'état de charge initial étant généralement inconnu et la mesure du courant continu n'étant pas suffisamment précise, la valeur d'état de charge estimée uniquement selon le comptage des ampères-heures est également imprécise. C'est pourquoi le comptage des ampères-heures de SMA Solar Technology AG comprend d'autres fonctions permettant d'améliorer cette méthode simple.

L'algorithme utilisé par SMA Solar Technology est notamment capable de calculer les courants de fuite de la batterie (réactions secondaires dans la batterie) qui sont fonction de la tension et de la température. Par ailleurs, en raison des caractéristiques de charge spécifiques des batteries au plomb (voir chapitre 2.1, page 4), l'algorithme effectue une détection de pleine charge. Pour cela, il utilise différentes grandeurs de mesure comme la température, la tension de la batterie, le courant de charge et le temps. En outre, cette détection de pleine charge permet, par un système d'apprentissage automatique, d'adapter différents paramètres, ce qui améliore considérablement la précision de la valeur d'état de charge.

Le paramètre **BatSocErr** indique l'erreur d'état de charge estimée. L'erreur d'état de charge donne des informations sur la précision du calcul de l'état de charge actuel. L'erreur présente la valeur la plus basse après une charge complète ou une charge d'égalisation. Au bout d'un certain nombre de cycles de la batterie, la valeur augmente à nouveau jusqu'à ce que la charge complète ou d'égalisation suivante soit terminée.

### Recalibrage de l'état de charge

Le Sunny Island surveille en permanence la tension de la batterie et l'état de charge. Pour recalibrer l'état de charge à l'aide de la tension de la batterie, il existe deux approches différentes :

- Dans le premier cas, le recalibrage de l'état de charge a lieu pratiquement dans des conditions de marche à vide (charge réduite). L'état de charge calculé à l'aide de la tension à vide mesurée est comparé à l'état de charge déterminé à l'aide du comptage des ampères-heures. En cas d'écarts, le recalibrage de l'état de charge se fait soit vers le haut, soit vers le bas.

- Dans le second cas, le recalibrage de l'état de charge en fonction de la tension de la batterie se fait via une surveillance continue de la tension de la batterie et de l'état de charge durant le processus de décharge. Ce recalibrage vise en premier lieu à protéger la batterie contre une décharge profonde. Si le Sunny Island détecte une forte chute de tension de la batterie durant la décharge, c'est-à-dire une tension inférieure à celle attendue pour le courant de décharge donné avec un état de charge déterminé, un recalibrage de l'état de charge à 20 % est effectué.

Par ce recalibrage à 20 %, le Sunny Island peut protéger la batterie d'une décharge profonde et de dommages potentiels. Ce type de recalibrage requiert cependant une attention particulière. D'où les messages suivants qui s'affichent pour attirer l'attention de l'utilisateur/l'installateur :

- **E224** : Exécution d'un recalibrage à 20 %
- **W222** : Le recalibrage à 20 % a généré un saut supérieur à 10 %.

De fréquents recalibrages de l'état de charge à 20 % peuvent indiquer une maintenance insuffisante de la batterie, une usure de la batterie ou une erreur d'installation (voir chapitre 4, page 8).

### 1.3 Capacité de la batterie (SOH)

Le système de gestion de batterie donne le SOH (State of Health), c'est-à-dire la capacité de la batterie actuellement disponible par rapport à la capacité nominale, exprimée en pourcentage. Après la mise en service, le Sunny Island définit la capacité nominale réglée (paramètre **BatCpyNom**) en tant que capacité de batterie disponible et règle ainsi le SOH à 100 % pour commencer.

En cours de fonctionnement, le Sunny Island apprend à déterminer de plus en plus précisément le SOH de 100 %. Ce processus d'apprentissage ne fonctionne que dans des systèmes Sunny Island dans lesquels la batterie au plomb fonctionne par cycle. Par ailleurs, il doit également y avoir régulièrement des phases de repos prolongées durant lesquelles la batterie n'est pas chargée et ne fonctionne qu'avec une charge électrique réduite. Une charge électrique réduite correspond à environ 1,5 % de la capacité nominale pour une décharge de 10 heures (150 W pour une batterie de 10 kWh, par exemple).

En particulier durant les premiers mois suivant la mise en service du Sunny Island, il est donc important de vérifier régulièrement le SOH.

- Si le SOH dépasse les 100 % après la mise en service de l'onduleur Sunny Island, cela veut dire que la capacité de batterie disponible est supérieure à la capacité nominale réglée sur le Sunny Island. Dans ce cas, il faut s'assurer que la capacité nominale indiquée par le fabricant basée sur une décharge de 10 heures (C10) est bien réglée sur le Sunny Island.
- Si, en cours de fonctionnement, le SOH baisse de quelques pour cents chaque année ou au bout de 100 cycles de charge, cela correspond au vieillissement normal de la batterie. Aucune mesure supplémentaire n'est nécessaire.
- Si le SOH diminue de plusieurs dizaines de pour cents au cours des premiers mois suivant la mise en service, cette baisse peut indiquer une éventuelle erreur (voir chapitre 4, page 8).
- Si le SOH reste toujours à 100 % durant les premiers mois, cela signifie qu'il ne peut être appris en raison du mode de fonctionnement du Sunny Island.

Le Sunny Island est capable de déterminer le SOH avec une précision de  $\pm 15$  %. Pour un calcul plus précis du SOH, la capacité de la batterie doit être mesurée selon la norme DIN EN 60896 par exemple. Pour cela, des personnes qualifiées en électricité équipées d'instruments de mesure spécifiques doivent être présentes sur place (personnel de service du fabricant de la batterie par exemple).

#### Effet de la température de la batterie sur la capacité de la batterie actuellement disponible :

La capacité de la batterie actuellement disponible dépend de la température de la batterie. À des températures de 20 °C ou inférieures, la capacité disponible d'une batterie baisse considérablement. Le système de gestion de batterie corrige la capacité de batterie disponible de - 1 % par °C en partant d'une température égale à 20 °C.

## 1.4 Température de la batterie

Le système de gestion de batterie surveille en permanence la température de la batterie. Le Sunny Island adapte la capacité de la batterie actuellement disponible et la tension de charge donnée à la température actuelle de la batterie (voir chapitre 2.3 « Compensation automatique de la température », page 6).

Le système de gestion de batterie émet un message d'avertissement si l'un des événements suivants survient :

- La température de la batterie s'approche de la température maximale admissible à 5 °C près.
- La température de la batterie est inférieure à - 10 °C.

En cas de dépassement de la valeur maximale admissible de la température de la batterie, le Sunny Island se désactive. Dès que la batterie s'est refroidie à une température spécifiée, le Sunny Island se remet en marche.

## 2 Régulation de charge

### 2.1 Phases de charge

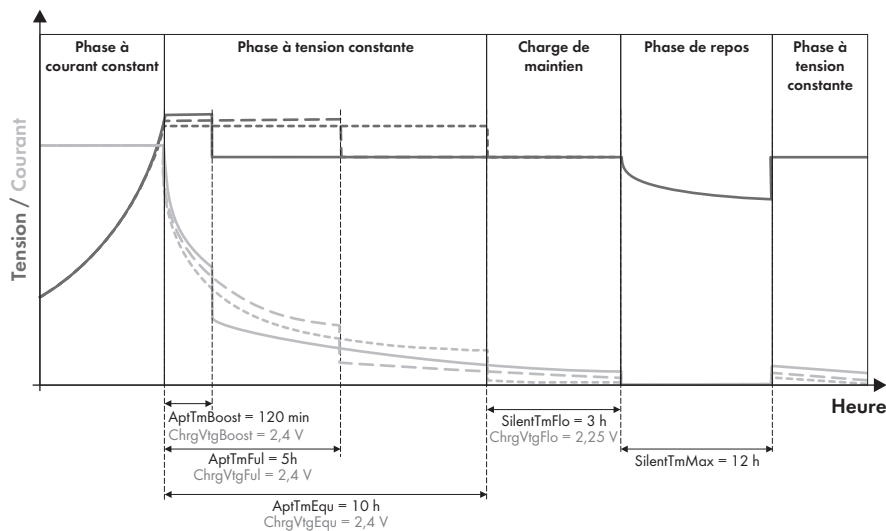


Figure 1 : Phases de charge du Sunny Island avec des exemples de valeurs d'une batterie AGM. Les paramètres indiqués peuvent être adaptés à la batterie utilisée selon les consignes fournies par le fabricant.

Le Sunny Island régule la charge de la batterie selon les 3 phases suivantes :

- Phase à courant constant (phase I/phase bulk)
- Phase à tension constante (phase d'absorption/phase U<sub>0</sub>)
- Charge de maintien (floating/phase U)

En cas de fonctionnement sur le réseau électrique public avec le mode Silent activé, une phase de repos s'ajoute.

#### Phase à courant constant

Durant la phase à courant constant, le système de gestion de batterie a comme tâche première de limiter le courant au courant de batterie maximum admissible. Le courant de charge maximum peut être adapté en réglant le paramètre **BatChrgCurMax** sur la valeur souhaitée par le fabricant de la batterie.

Le courant de charge de la batterie disponible est également limité par deux autres paramètres :

- Courants nominaux des sources d'énergie externes (paramètres **GdCurNom** et **GnCurNom**)
- Courant de charge AC maximum du Sunny Island (paramètre **InvChrgCurMax**).

La valeur atteinte en premier limite le courant de charge de la batterie. Tandis que le courant de charge reste compris dans les valeurs limites définies, la tension de la batterie augmente au fur et à mesure que la batterie se charge. Lorsque la tension de cellule de la batterie a atteint la valeur de consigne spécifiée pour ce type de batterie, la phase à courant constant se termine.

## Phase à tension constante

Pendant la phase à tension constante, la tension de batterie est réglée sur une valeur constante. Le courant de batterie diminue alors en continu.

Pour la phase à tension constante, le système de gestion de batterie choisit l'un des 3 procédés de charge suivants (voir chapitre 2.2 « Procédé de charge durant la phase à tension constante. », page 5) :

- Charge rapide (Boost Charge)
- Pleine charge (Full Charge)
- Charge d'égalisation (Equalization Charge)

Pour chacun de ces 3 procédés de charge, vous pouvez, dans le Sunny Island, régler la hauteur de la tension de la batterie et la durée de charge sur les valeurs de consigne fournies par le fabricant de la batterie. Une fois la durée de charge souhaitée atteinte, la phase à tension constante se termine et le Sunny Island passe à la charge de maintien.

## Charge de maintien

La charge de maintien sert à maintenir la batterie à l'état de pleine charge, sans provoquer sa surcharge. Au début de la charge de maintien, le système de gestion de batterie baisse progressivement la tension de charge jusqu'à ce que la valeur de consigne spécifiée pour la charge de maintien soit atteinte. Cette tension de charge est maintenue par le système de gestion de batterie jusqu'à la fin de la charge de maintien. La charge de maintien se termine si l'une des conditions suivantes est remplie :

- La somme de toutes les décharges de la batterie a atteint 30 % de la capacité nominale.
- L'état de charge actuel est inférieur à 70 % de la capacité de charge disponible.

Le système de gestion de batterie passe de la charge de maintien à la phase à courant constant. Si le site isolé est relié au réseau électrique public, le système de gestion de batterie peut également passer de la charge de maintien à l'état de repos.

## État de repos

À l'état de repos, le Sunny Island se met en mode veille, économisant ainsi de l'énergie.

Dans des systèmes reliés au réseau électrique public, si la durée paramétrée pour la charge de maintien (paramètre **SilentTmFlo**) est écoulée, le système de gestion de batterie passe à l'état de repos et les charges raccordées sont alimentées exclusivement par le réseau électrique public. Le Sunny Island quitte l'état de repos à des intervalles réglables (paramètre **SilentTmMax**) ou lorsque la tension de la batterie baisse de 0,14 V par cellule. La batterie reste ainsi toujours complètement chargée.

## 2.2 Procédé de charge durant la phase à tension constante.

Lors du passage à la phase à tension constante, le système de gestion de batterie choisit l'un des 3 procédés de charge suivants :

- Charge rapide
- Pleine charge
- Charge d'égalisation

### Charge rapide

Lors d'une charge rapide, la tension de charge au niveau de la batterie est élevée. La batterie doit être chargée en peu de temps entre 85 % et 90 % de la capacité de la batterie actuellement disponible.

La tension de charge (paramètre **ChrgVtgBoost**) et la durée (paramètre **AptTmBoost**) peuvent être modifiées conformément aux recommandations relatives à la batterie utilisée.

## Pleine charge

L'objectif de la charge complète est de recharger la batterie à un état de charge d'au moins 95 %. Cela permet de compenser tout effet résultant d'une charge trop faible et de prolonger la durée de vie de la batterie.

Le Sunny Island exécute une charge complète de la batterie si l'une des conditions suivantes est remplie :

- La durée du cycle spécifiée pour la charge complète s'est écoulée (paramètre **CycTmFul**).
- La somme de toutes les décharges depuis la dernière charge complète est égale à 8 fois la capacité nominale de la batterie.

La tension de charge (paramètre **ChrgVtgFul**) et la durée (paramètre **AptTmFul**) peuvent être modifiées conformément aux recommandations relatives à la batterie utilisée.

## Charge d'égalisation

Avec la charge d'égalisation, le Sunny Island neutralise les différences entre les états de charge des différentes cellules de la batterie résultant des différents comportements de ces dernières. Il empêche ainsi une défaillance prématurée des différentes cellules et prolonge la durée de vie de la batterie.

Le Sunny Island exécute une charge d'égalisation de la batterie si la charge d'égalisation automatique est activée et que l'une des conditions suivantes est remplie :

- La durée du cycle spécifiée pour la charge d'égalisation s'est écoulée (paramètre **CycTmEqu**).
- La somme de toutes les décharges depuis la dernière charge d'égalisation est égale à 30 fois la capacité nominale de la batterie.

La tension de charge (paramètre **ChrgVtgEqu**) et la durée (paramètre **AptTmEqu**) peuvent être modifiées conformément aux recommandations relatives à la batterie utilisée.

Par exemple, pour l'entretien ou la maintenance de systèmes dont l'utilisation est saisonnière, vous pouvez lancer manuellement une charge d'égalisation (voir instructions d'emploi du Sunny Island sur [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)).

## 2.3 Compensation automatique de la température

La capacité de charge de la batterie dépend de la température. Pour éviter une surcharge ou des charges trop faibles de la batterie, le système de gestion de batterie possède un système de compensation automatique de la température.

Lorsque la température est supérieure à 20 °C, le système de gestion de batterie diminue la tension de charge. Lorsque la température est inférieure à 20 °C, le système de gestion de batterie augmente la tension de charge.

## 3 Mode Battery Protection

Le mode Battery Protection protège la batterie.

Si les valeurs limites de l'état de charge de la batterie (SOC) ne sont pas atteintes, le mode Battery Protection s'active. Dans ce mode, le Sunny Island bascule en veille ou se coupe automatiquement. Le mode Battery Protection comporte 3 niveaux. Pour chaque niveau, il est possible de configurer une valeur limite de l'état de charge. Les niveaux 1 et 2 du mode Battery Protection comportent une heure de début et une heure de fin et dépendent donc de l'heure de la journée.

### Niveau 1

Si l'état de charge passe en dessous de la valeur limite du niveau 1, le Sunny Island bascule en mode veille entre l'heure de début et l'heure de fin. Cela vous permet de spécifier des heures pendant lesquelles la coupure du site isolé sera privilégiée en cas de déficit d'énergie.

### Niveau 2

Si l'état de charge passe en dessous de la valeur limite du niveau 2, le Sunny Island bascule en mode veille. La journée, lorsque les onduleurs photovoltaïques peuvent fournir de l'énergie, le Sunny Island tente de charger la batterie.

Avec l'heure de début et l'heure de fin, vous définissez la période pendant laquelle le Sunny Island démarre toutes les deux heures pour charger la batterie. En l'absence d'énergie disponible pour la recharge de la batterie, le Sunny Island reste en mode veille.

### Niveau 3

Si l'état de charge passe en dessous de la valeur limite du niveau 3, le Sunny Island se coupe automatiquement, protégeant ainsi la batterie contre la décharge profonde et sa détérioration complète. Pour recharger la batterie, le Sunny Island doit être mis sous tension et démarré manuellement.

Pour les 3 niveaux, le Sunny Island peut passer en mode veille ou être arrêté uniquement si aucun courant de charge ne circule dans la batterie pendant 6 minutes.

Vous pouvez adapter les valeurs limites du mode Battery Protection au système (Modification du mode Battery Protection, voir instructions d'installation du Sunny Island).

## 4 Premières mesures en cas d'écart de l'état de charge (SOC) et de la capacité de la batterie (SOH)

Il n'existe aucune mesure directe pour déterminer l'état de charge (SOC) et la capacité de la batterie (SOH). C'est pourquoi les valeurs affichées sont toujours une estimation qui s'appuie sur les valeurs mesurables disponibles, les algorithmes implémentés et les réglages des paramètres. On peut donc s'attendre à un écart entre l'estimation et les valeurs réelles. Il convient de noter qu'une installation incorrecte ainsi qu'une configuration erronée des paramètres entravent la précision de l'estimation. Les valeurs SOC et SOH réelles ne peuvent être déterminées que par des tests de capacité qui ne sont pas exécutables en cours de fonctionnement pour la plupart des applications.

Si la batterie est en bon état et que les bons réglages sont sélectionnés, des sauts de moins de 10 % dus à des recalibrages peuvent être observés lorsque la batterie est en charge (voir chapitre 1.2, page 2). Il est improbable qu'un recalibrage à un état de charge de 20 % et des sauts de plus de 10 % aient lieu dans ces conditions (batterie en bon état, installation correcte et réglages corrects). Cela signifie que des modifications rapides de l'état de charge et des sauts rapides de valeurs d'état de charge estimées indiquent des réglages incorrects, une usure prématurée de la batterie ou une panne.

Le tableau suivant présente quelques-unes des causes de ce type de comportement :

Causes possibles	Actions
Il se peut que les paramètres de la batterie de l'onduleur Sunny Island soient mal réglés.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérifiez les paramètres de la batterie, en particulier <b>BatTyp</b> et <b>BatCpyNom</b> ainsi que ceux de la charge complète et de la charge d'égalisation (voir instructions d'emploi de l'onduleur Sunny Island).</li> </ul>
En raison d'une configuration peu avantageuse du Sunny Island, il peut arriver que l'énergie disponible soit insuffisante pour charger la batterie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérifiez la configuration du système (voir guide de planification de l'onduleur Sunny Island).</li> </ul>
Il se peut que la section des câbles de batterie soit trop petite, en particulier dans le cas de longs câbles de batterie. En raison de la chute de tension dans les câbles, la tension de charge de la batterie peut être inférieure à la valeur escomptée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérifiez les câbles de la batterie (voir instructions d'installation de l'onduleur Sunny Island).</li> </ul>
Il se peut que la résistance des câbles de la batterie soit mal paramétrée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Régalez correctement la résistance (voir les instructions d'installation de l'onduleur).</li> </ul>
Les connecteurs polaires des câbles de batterie peuvent être montés de manière incorrecte (couple de serrage incorrect ou surfaces de contact encrassées, par exemple).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérifiez le montage des connecteurs polaires sur le Sunny Island (voir instructions d'installation de l'onduleur Sunny Island).</li> <li>Vérifiez le montage des connecteurs polaires sur la batterie (voir documentation fournie par le fabricant de la batterie).</li> </ul>
Il se peut que la batterie ait une capacité inférieure à celle indiquée par le fabricant.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire exécuter un test de capacité (voir la documentation du fabricant de la batterie).</li> </ul>
Il se peut que certaines cellules de la batterie soient défectueuses.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remplacer les cellules de la batterie (voir les instructions d'emploi de l'onduleur Sunny Island).</li> </ul>

La cause exacte doit être rapidement détectée afin d'empêcher tout dommage évitable de la batterie. SMA Solar Technology AG recommande impérativement de lancer une charge d'égalisation et d'observer comment le système réagit. Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire de contacter le Service en Ligne de SMA ou de s'adresser au fabricant de la batterie.

Si aucun dommage irréversible n'est encore apparu, le SOH augmente de nouveau une fois la cause éliminée. L'ajustement du SOH peut cependant prendre quelques semaines.