

# Dimensionnement de réseaux en site isolé avec Sunny Island 4.4M / 6.0H / 8.0H



## Table des matières

<b>1</b>	<b>Approvisionnement énergétique indépendant du réseau .....</b>	<b>4</b>
1.1	Nécessité d'un approvisionnement énergétique indépendant du réseau .....	4
1.2	Réseaux en site isolé .....	4
1.3	Types de réseaux en site isolé .....	5
1.3.1	Réseaux en site isolé à couplage AC .....	5
1.3.2	Réseaux en site isolé à couplage DC .....	6
1.3.3	Réseaux en site isolé à couplage AC et DC .....	7
<b>2</b>	<b>Réseau en site isolé avec Sunny Island.....</b>	<b>8</b>
2.1	Fonctionnement de l'onduleur Sunny Island .....	8
2.2	Avantages de l'onduleur Sunny Island .....	8
2.3	Structure modulaire .....	9
2.3.1	Système Single .....	9
2.3.2	Système Single-Cluster monophasé .....	9
2.3.3	Système Single-Cluster triphasé.....	10
2.3.4	Système multicluster .....	10
<b>3</b>	<b>Configuration d'un réseau en site isolé.....</b>	<b>12</b>
3.1	Procédure.....	12
3.2	Estimation des charges électriques.....	12
3.3	Dimensionnement du Sunny Island et de la Multicluster-Box .....	13
3.3.1	Recommandations sur le choix du Sunny Island/de la Multicluster-Box.....	13
3.3.2	Sélection de l'onduleur Sunny Island.....	14
3.3.3	Sélection de la Multicluster-Box .....	14
3.4	Dimensionnement du banc de batteries.....	14
3.5	Configuration de l'installation photovoltaïque.....	16
3.5.1	Estimation de la puissance nominale de l'installation.....	16
3.5.2	Choix de l'onduleur photovoltaïque .....	17
3.6	Dimensionnement des générateurs.....	18
3.7	Estimation des coûts de l'installation .....	18
3.8	Outils de planification .....	19
3.8.1	Saisie des données à l'aide du Off-Grid Questionnaire .....	19
3.8.2	Configuration de l'installation avec Sunny Design .....	19
<b>4</b>	<b>Exemple de configuration d'un réseau en site isolé .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Annexe.....</b>	<b>22</b>
5.1	Accessoires .....	22
5.2	Fonctions supplémentaires de l'onduleur Sunny Island dans le réseau en site isolé.....	22
5.2.1	Gestion du réseau et du générateur.....	22
5.2.1.1	Sources d'énergie externes typiques .....	22
5.2.1.2	Synchronisation du réseau en site isolé sur les sources d'énergie externes.....	23
5.2.1.3	Interactions entre les sources d'énergie externes et le réseau en site isolé.....	23
5.2.2	Pilotage de charges .....	23
5.2.2.1	Capacité de surcharge .....	23
5.2.2.2	Délestage .....	23
5.2.3	Frequency Shift Power Control.....	24
5.2.4	Pilotage et surveillance via le relais multifonction interne.....	25
5.2.5	Interface d'exploitation et de commande.....	25
5.2.6	Consignation et enregistrement de données.....	26
5.3	Informations supplémentaires sur la gestion des batteries au plomb.....	26
5.3.1	Avantages de la gestion de batterie.....	26

5.3.2	État de la batterie.....	26
5.3.2.1	Capacité nominale et usure de la batterie.....	26
5.3.2.2	État de charge actuel.....	27
5.3.2.3	Capacité de la batterie actuellement disponible.....	27
5.3.2.4	Température de la batterie.....	27
5.3.3	Phases de charge.....	28
5.3.4	Procédé de charge.....	29
5.3.5	Compensation automatique de la température.....	30
5.3.6	Mode d'économie de la batterie.....	30
5.4	Informations supplémentaires sur la gestion de générateur.....	31
5.4.1	Fonctions du gestionnaire de générateur.....	31
5.4.2	Dépendances pour la demande d'activation du générateur.....	31
5.4.3	Valeurs électriques limites pour le générateur.....	32
5.4.4	Temps de marche du générateur.....	32
5.4.5	Modes de fonctionnement du générateur.....	33
5.4.6	Déroulement opératoire de la commande du générateur.....	33
5.4.6.1	Déroulement opératoire pour les générateurs à démarrage automatique.....	33
5.4.6.2	Déroulement opératoire pour les générateurs sans fonction de démarrage automatique.....	35
5.4.6.3	Déroulement opératoire des générateurs à commande externe.....	37
5.5	Informations supplémentaires sur le système de gestion du réseau.....	38
5.5.1	Fonctions du système de gestion du réseau.....	38
5.5.2	Dépendances pour la demande d'activation du réseau électrique public.....	39
5.5.3	Valeurs électriques limites pour le réseau électrique public.....	39
5.5.4	Modes de fonctionnement du réseau électrique public.....	39
5.5.5	Déroulement opératoire de la commande du réseau.....	40
5.6	Informations complémentaires sur les clusters.....	40

# 1 Approvisionnement énergétique indépendant du réseau

## 1.1 Nécessité d'un approvisionnement énergétique indépendant du réseau

Selon des estimations de l'Union européenne, près de 1,5 milliard d'êtres humains n'ont pas accès à un réseau d'approvisionnement électrique. En Europe 300000 fermes ou bâtiments ne sont pas raccordés au réseau électrique public.

Les coûts d'investissement élevés nécessaires pour renforcer le réseau électrique public et garantir dans le même temps une faible consommation de courant sont souvent un frein au raccordement des foyers au réseau électrique public dans les régions isolées. Les réseaux en site isolé basés sur des systèmes photovoltaïques et d'autres sources d'énergie constituent une alternative judicieuse et sont souvent la solution la plus rentable.

## 1.2 Réseaux en site isolé

Les réseaux en site isolé sont des réseaux autonomes alimentés avec de l'énergie provenant de différents producteurs d'énergie.

Ils peuvent comporter les composants suivants :

Composants	Description
Générateurs photovoltaïques	Un générateur photovoltaïque se compose de plusieurs panneaux photovoltaïques qui produisent du courant continu à partir de l'énergie solaire.
Onduleur photovoltaïque	L'onduleur photovoltaïque (Sunny Boy ou Sunny Tripower par exemple) transforme le courant continu du générateur photovoltaïque en courant alternatif conforme au réseau et l'injecte dans le réseau de courant alternatif.  Les onduleurs photovoltaïques et les générateurs photovoltaïques doivent être dimensionnés en fonction de la puissance sélectionnée (voir chapitre 3.5 « Configuration de l'installation photovoltaïque », page 16).
Régulateur de charge DC/DC	Dans un réseau en site isolé, le courant continu des générateurs photovoltaïques peut être utilisé directement pour charger une batterie. Pour ce faire, un régulateur de charge est requis.
Batteries	Les batteries stockent l'énergie électrique et soutiennent le réseau en cas de production insuffisante de courant de la part des autres producteurs d'énergie. Lorsque la quantité d'énergie produite est supérieure à celle qui est consommée, les batteries peuvent se recharger.  Lors du dimensionnement des batteries, la capacité, la puissance nominale et le type de batterie doivent être pris en compte (voir chapitre 3.4 « Dimensionnement du banc de batteries », page 14).
Onduleur à batterie	En tant que source de tension, l'onduleur à batterie (Sunny Island par ex.) constitue le réseau en site isolé. Il gère l'équilibre entre l'énergie produite et l'énergie consommée et dispose d'un système de gestion de batterie, de générateur et de pilotage de charges (voir chapitre 2.1 « Fonctionnement de l'onduleur Sunny Island », page 8).
Fusible de batterie	Le fusible de batterie protège les câbles de raccordement de la batterie de l'onduleur à batterie en tant que fusible DC externe. En outre, le fusible de batterie permet la déconnexion de l'onduleur à batterie côté DC.

Composants	Description
Générateurs	Les générateurs à combustible (groupes électrogènes par exemple) sont souvent utilisés pour assurer l'approvisionnement énergétique lorsque l'état de charge des batteries diminue et que le générateur photovoltaïque ne fournit pas suffisamment d'énergie. Les générateurs fournissent du courant alternatif directement.
Installations éoliennes	Les installations éoliennes transforment l'énergie éolienne en énergie électrique et mettent directement à disposition du courant alternatif.
Centrales hydroélectriques	Les centrales hydroélectriques utilisent l'énergie cinétique de l'eau pour produire de l'énergie électrique. Les générateurs de centrales hydroélectriques fournissent du courant alternatif directement ou disposent d'onduleurs pour transformer le courant continu en courant alternatif.

Les réseaux en site isolé peuvent fournir de l'électricité à des maisons, des quartiers ou des villages entiers.

Lors de la planification, de la conception et du choix d'un réseau en site isolé, un certain nombre de conditions limites doivent être prises en compte. La conception optimale d'un système d'alimentation électrique dépend des facteurs suivants :

- Puissance de raccordement requise
- Consommation d'énergie
- Type de consommateurs
- Période d'utilisation
- Conditions limites météorologiques

## 1.3 Types de réseaux en site isolé

### 1.3.1 Réseaux en site isolé à couplage AC

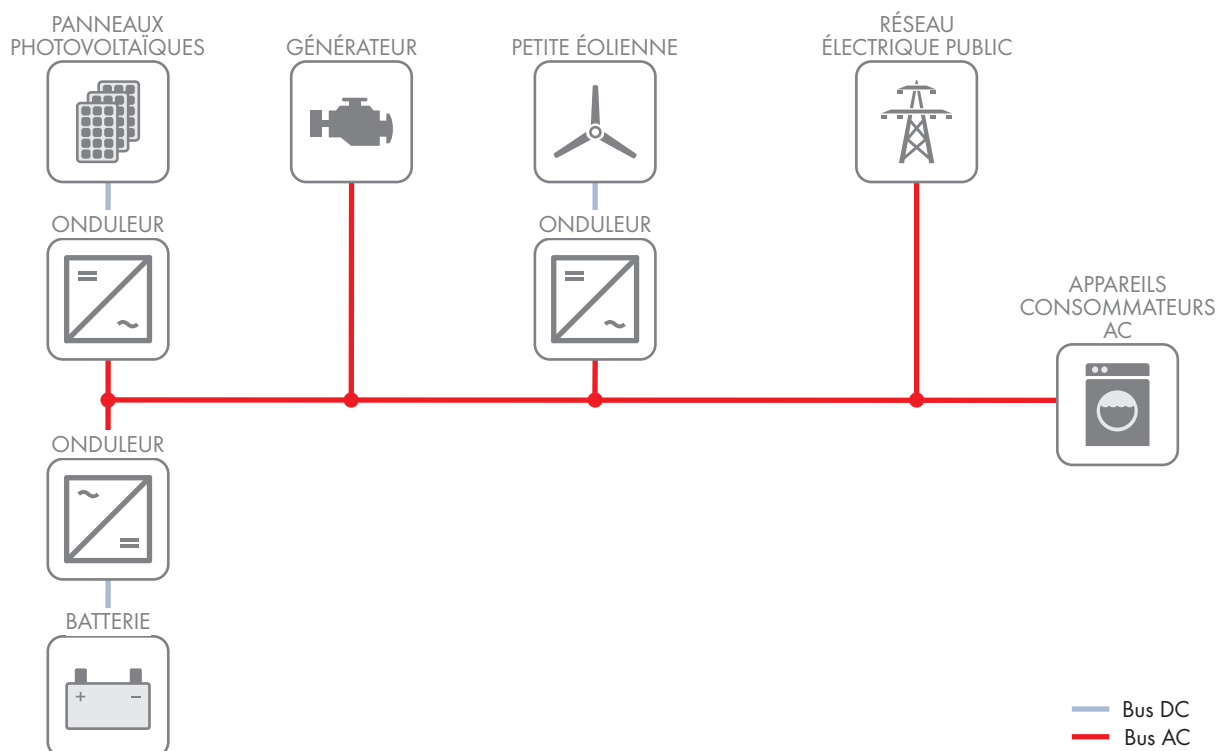


Figure 1 : Exemple de système à couplage AC

En cas de couplage AC, tous les appareils consommateurs d'électricité et sources d'énergie sont couplés via un réseau de courant alternatif. Cela permet de pouvoir réaliser et étendre le réseau en site isolé de manière flexible et modulaire à l'aide de composants normalisés.

Selon l'application et la disponibilité, des sources d'énergies renouvelables mais aussi classiques peuvent être incorporées. Les sources d'énergie raccordées chargent les batteries et fournissent de l'énergie le cas échéant. Un raccordement au réseau électrique public est possible si l'onduleur à batterie et les groupes électrogènes le permettent. Les réseaux en site isolé à couplage AC peuvent être facilement étendus à l'aide de sources d'énergie supplémentaires. Ils peuvent ainsi répondre à une hausse des besoins en énergie.

Les réseaux en site isolé à couplage AC peuvent alimenter des consommateurs à courant alternatif classiques. Ils sont donc particulièrement adaptés aux zones rurales des pays en développement et des pays émergents mais aussi aux régions de pays industrialisés ne disposant pas de réseau électrique public.

L'onduleur à batterie raccordé à la batterie (un Sunny Island par exemple) forme le réseau de courant alternatif.

Dans la plage de puissance moyenne (de 1 kW à 300 kW), les réseaux en site isolé sont, du point de vue économique, nettement plus avantageux que les systèmes alimentés exclusivement par des générateurs. Ceci est dû au travail de maintenance important, à la longévité restreinte et au très mauvais rendement en charge partielle des générateurs.

### 1.3.2 Réseaux en site isolé à couplage DC

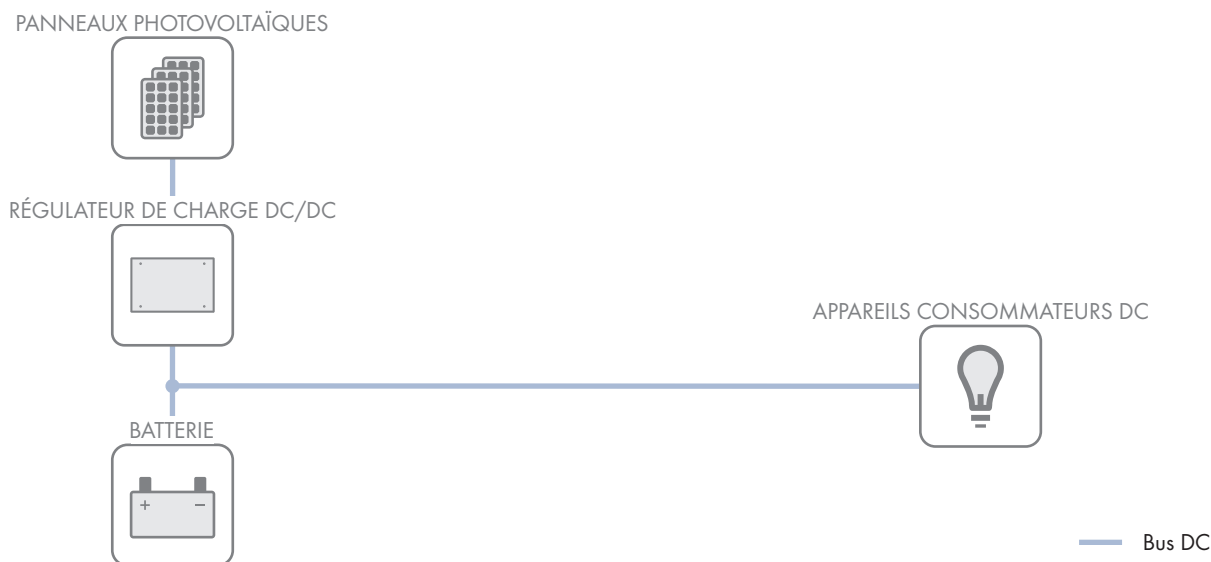


Figure 2 : Exemple de système à couplage DC

En cas de couplage DC, tous les générateurs d'énergie sont couplés uniquement via le courant continu. Le générateur photovoltaïque est incorporé par l'intermédiaire de régulateurs de charge DC/DC. De jour, les batteries stockent l'énergie fournie par le générateur photovoltaïque, puis la restituent le soir afin de faire fonctionner l'éclairage.

Le couplage DC convient pour les constellations de système simples et est intéressant lorsque l'alimentation électrique est utilisée en premier lieu pour l'éclairage. Le Solar-Home-System (SHS) est un exemple d'application dans la plage de puissance de quelques centaines de watts.

Les consommateurs à courant alternatif ne peuvent être utilisés qu'avec un petit onduleur supplémentaire sur les réseaux en site isolé à couplage DC.

### 1.3.3 Réseaux en site isolé à couplage AC et DC

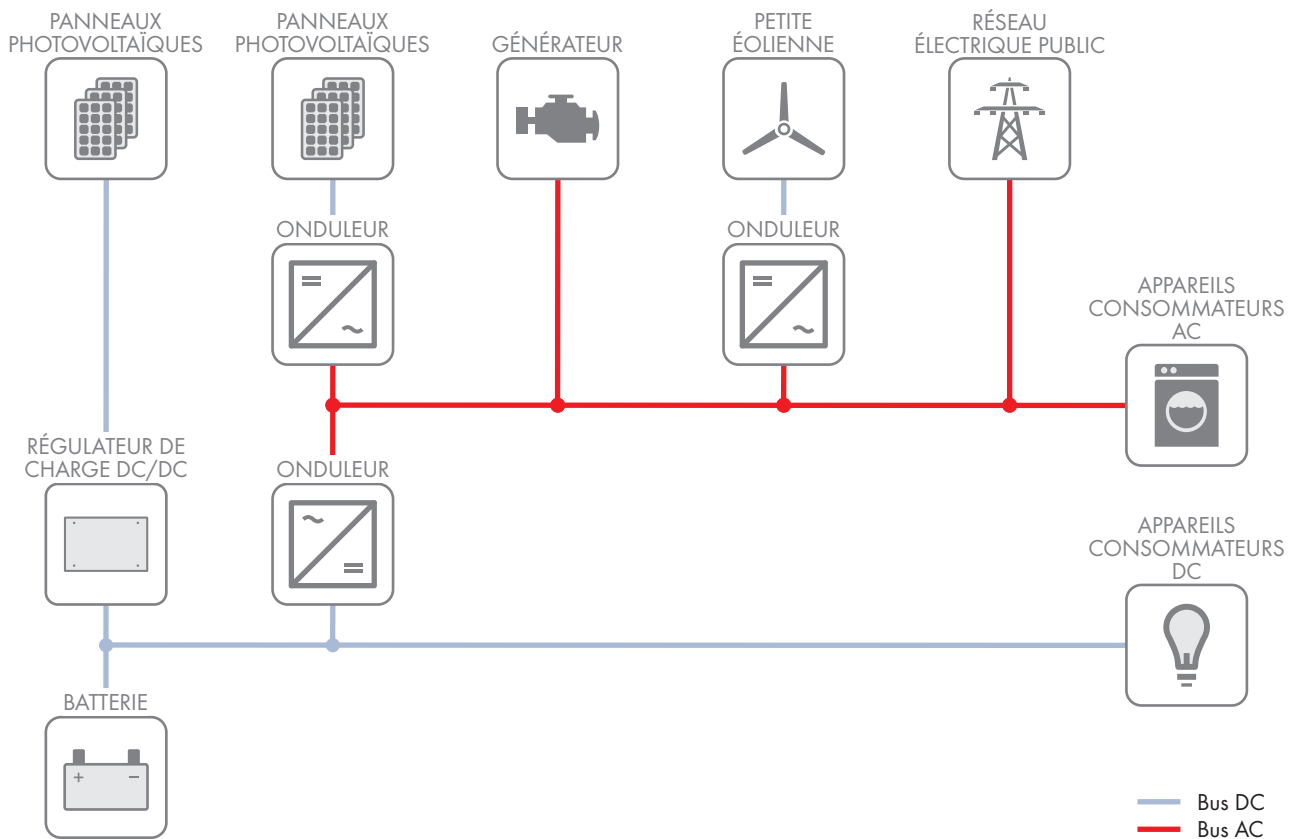


Figure 3 : Exemple de système mixte à couplage AC et DC

Les systèmes mixtes AC/DC permettent notamment de coupler des consommateurs à courant alternatif de puissance moyenne avec des sources d'énergie DC. Dans les systèmes mixtes, la batterie peut également être rechargée via un générateur. Ces systèmes servent à alimenter des consommateurs situés dans des zones isolées et peuvent répondre à des besoins énergétiques élevés. Les systèmes mixtes sont notamment utilisés dans les petites entreprises et les exploitations agricoles.

Lors de la conception de l'installation, il convient de tenir compte du fait que la puissance nominale des onduleurs doit correspondre à la puissance requise des consommateurs. Même si davantage de puissance est disponible du côté de l'installation photovoltaïque et de l'installation éolienne, l'onduleur limite la puissance disponible côté AC. La conception de systèmes mixtes est nettement plus complexe que celle de systèmes à couplage AC.

## 2 Réseau en site isolé avec Sunny Island

### 2.1 Fonctionnement de l'onduleur Sunny Island

Le Sunny Island est un onduleur à batterie directement raccordé à un banc de batteries. Le Sunny Island forme le réseau de courant alternatif du réseau en site isolé et en régule ainsi la tension et la fréquence.

Des consommateurs électriques et des générateurs d'énergie sont directement reliés au réseau AC. Les générateurs d'énergie (onduleurs photovoltaïques par exemple) injectent dans le réseau de courant alternatif du réseau en site isolé et alimentent ainsi les consommateurs électriques.

Le Sunny Island gère l'équilibre entre l'énergie injectée et l'énergie consommée et dispose d'un système de gestion de batterie, de générateur et de charge. En cas d'excédent d'énergie (par exemple fort rayonnement solaire et faible consommation), le Sunny Island soutire de l'énergie au réseau de courant alternatif, chargeant ainsi la batterie. À l'inverse, en cas de pénurie d'énergie (pas ou très peu de rayonnement solaire et consommation élevée), le Sunny Island alimente le réseau de courant alternatif à partir des batteries.

Le Sunny Island vérifie lui-même la disponibilité du réseau de courant alternatif et des composants système. Aucune unité de contrôle et de surveillance supplémentaire n'est requise. Cela simplifie le fonctionnement du système et réduit les coûts d'investissement.

### 2.2 Avantages de l'onduleur Sunny Island

- Idéal pour les systèmes d'approvisionnement en énergie de 1 kW à plus de 300 kW
- Conception flexible comme système Single, système parallèle monophasé ou système triphasé
- Technologie multicluster – Combinaison de systèmes triphasés pour la réalisation simple d'un système d'approvisionnement énergétique puissant
- Structure modulaire extensible
- Excellentes propriétés de surcharge
- Utilisable dans des conditions climatiques extrêmes
- Gestion des batteries optimale avec détermination de leur état de charge pour une longévité maximale dans le cas de batteries au plomb
- Compatible avec de nombreuses batteries lithium-ion (voir information technique « List of Approved Batteries » sur [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)).
- Intégration économique d'appareils à courant alternatif, de systèmes exploitant des sources d'énergie renouvelables et de générateurs
- Mise en service simple du réseau en site isolé



## 2.3 Structure modulaire

### 2.3.1 Système Single

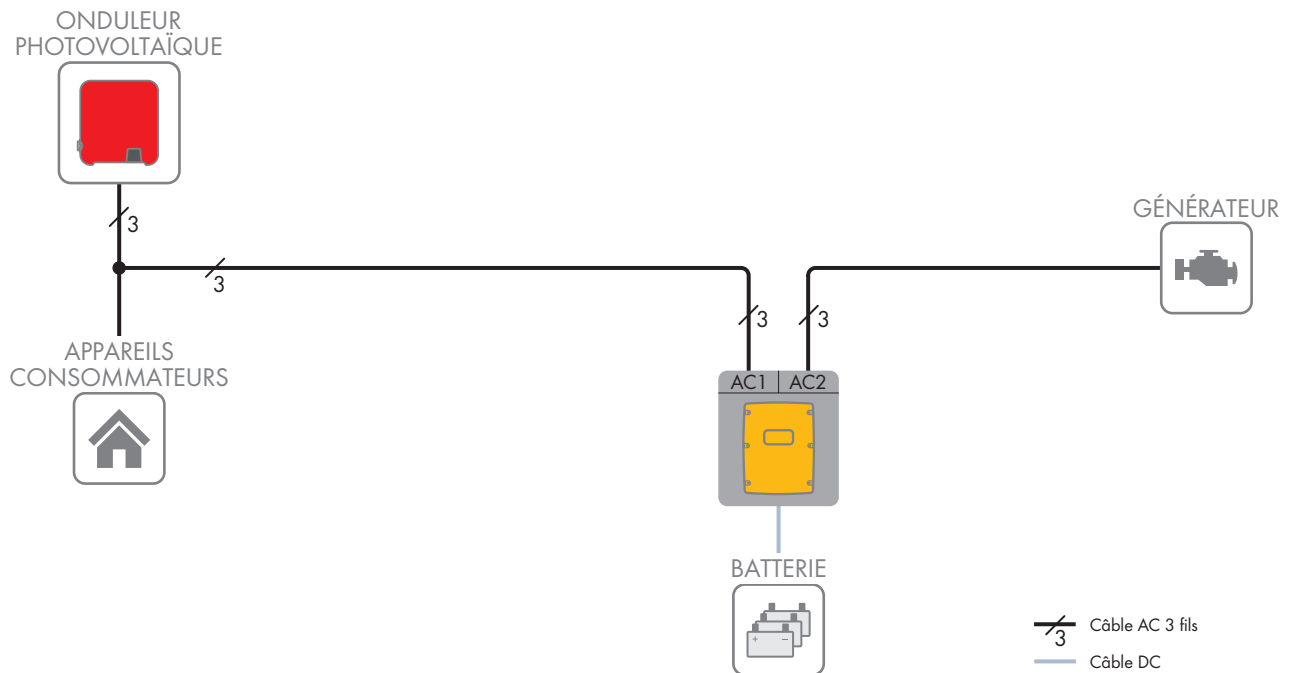


Figure 4 : Principe d'un système Single

Dans un système Single, un Sunny Island forme un réseau en site isolé monophasé.

### 2.3.2 Système Single-Cluster monophasé

#### **i** Types d'appareils nécessaires pour les systèmes Single Cluster monophasés

Dans les systèmes Single-Cluster monophasés, les Sunny Island doivent être de type SI6.0H-12 ou SI8.0H-12.

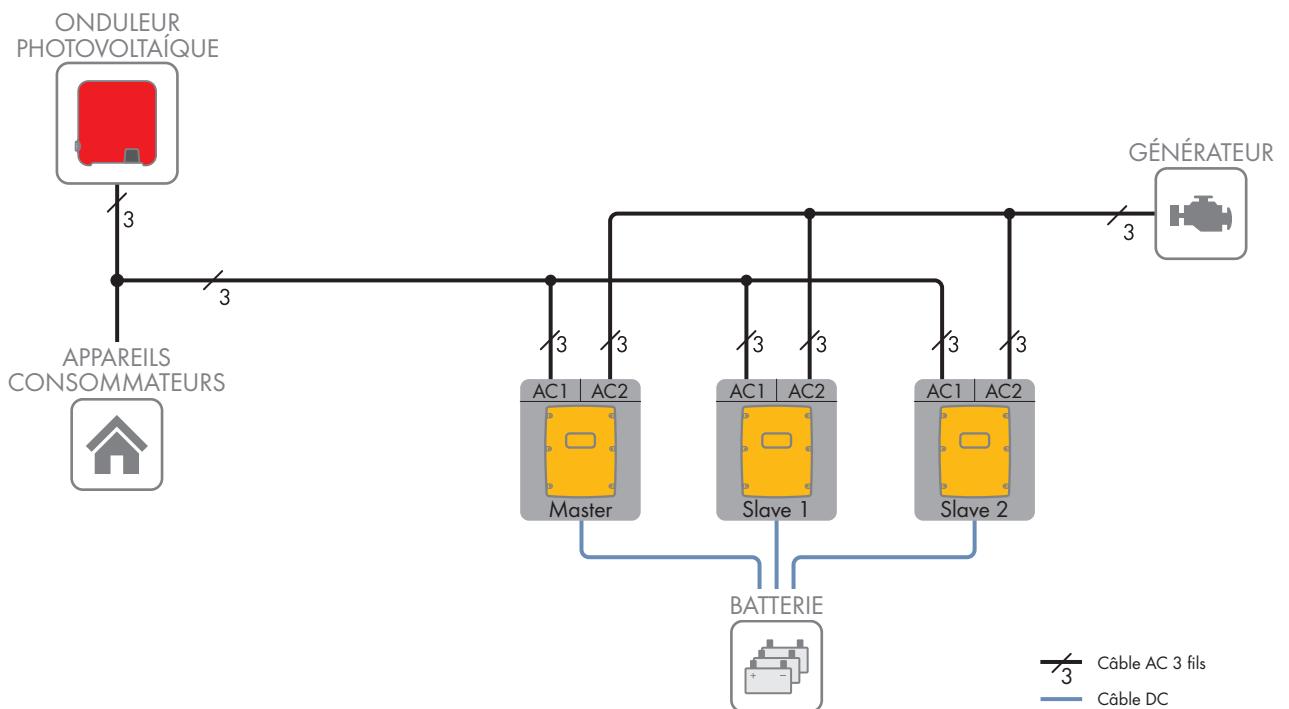


Figure 5 : Principe d'un système Single-Cluster monophasé

Dans un système Single-Cluster monophasé, jusqu'à trois Sunny Island sont câblés à une batterie pour former un cluster. Côté AC, les Sunny Island sont raccordés à la même phase. Si les types d'appareils au sein d'un cluster sont différents, le Maître doit être un SI8.0H-12.

### 2.3.3 Système Single-Cluster triphasé

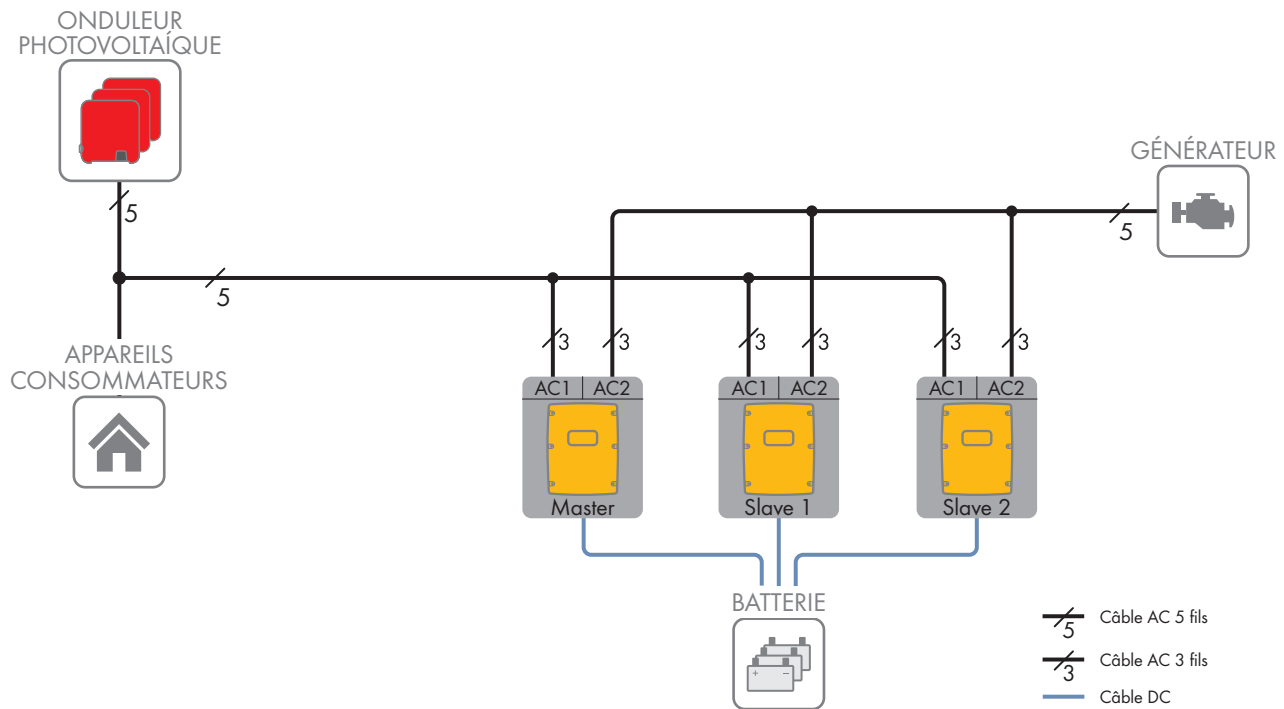


Figure 6 : Principe d'un système Single-Cluster triphasé

Dans un système Single-Cluster triphasé, trois Sunny Island sont câblés à une batterie pour former un cluster. Côté AC, les Sunny Island sont raccordés à trois phases différentes.

### 2.3.4 Système multicluster

#### **i** Types d'appareils nécessaires pour les systèmes multicluster

Les types d'appareils suivants doivent être utilisés dans les systèmes multicluster pour réseaux en site isolé :

- SI6.0H-12 (Sunny Island 6.0H)
- SI8.0H-12 (Sunny Island 8.0H)
- MC-BOX-6.3-11 (Multicluster-Box 6)
- MC-BOX-12.3-20 (Multicluster-Box 12)
- MC-BOX-36.3-11 (Multicluster-Box 36)

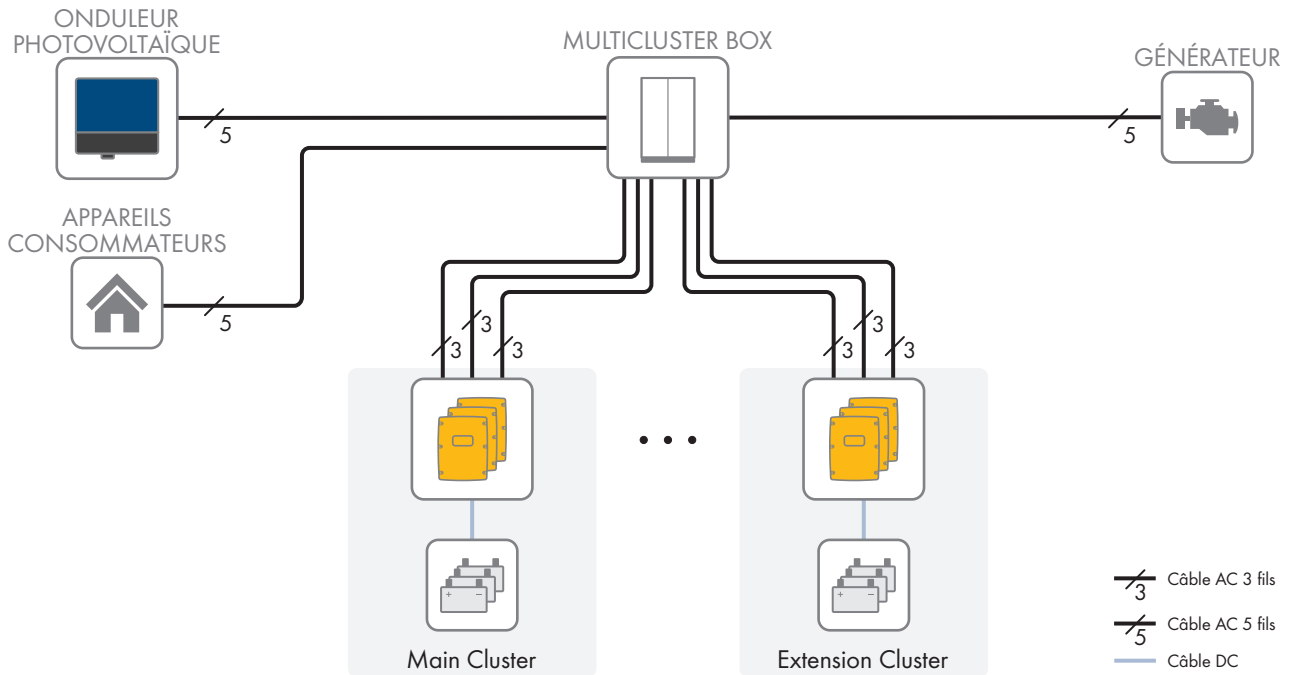


Figure 7 : Principe d'un système multiclusteur

Les systèmes multiclusteur se composent de plusieurs clusters triphasés. Les différents clusters doivent chacun être raccordés à une Multicluster-Box. La Multicluster-Box est un composant de la technologie multiclusteur SMA pour les réseaux en site isolé, les systèmes d'alimentation de secours et les systèmes d'optimisation de l'autoconsommation.

La Multicluster-Box est un distributeur principal AC auquel vous pouvez raccorder jusqu'à 12 clusters. Chaque cluster triphasé se compose de trois onduleurs Sunny Island montés en parallèle côté DC.

Dans un cluster, seuls des onduleurs Sunny Island du même type d'appareil doivent être utilisés : SI6.OH-12 ou SI8.OH-12.

## 3 Configuration d'un réseau en site isolé

### 3.1 Procédure

Une conception adaptée aux besoins est essentielle pour garantir la rentabilité et la fiabilité de fonctionnement d'un réseau en site isolé. La conception comprend l'adaptation d'un réseau en site isolé à la disponibilité de l'énergie photovoltaïque prescrite par les conditions géographiques locales, ainsi qu'au comportement énergétique des utilisateurs.

Plus le nombre de paramètres pris en compte est grand, plus la conception de l'installation sera précise. Les réponses aux questions ci-après constituent une base d'informations minimum.

- Utilisation prévue du système planifié
- Consommateurs et durées d'utilisation
- Caractéristiques géographiques du lieu d'installation prévu
- Générateur d'énergie possible
- Degré de couverture solaire : part de l'énergie photovoltaïque dans l'approvisionnement énergétique d'un réseau en site isolé (Fraction solaire – SF)
- Durée de compensation grâce à la batterie

Les données obtenues en réponse à ces questions permettent de procéder à une première ébauche de conception, renseignant sur l'ordre de grandeur de l'installation, les sources d'énergie appropriées ainsi que les composants à employer.

Les chapitres suivants décrivent comment concevoir un réseau en site isolé et sont souvent construits les uns en relation avec les autres. Il est donc recommandé de suivre l'ordre des chapitres (exemple de conception d'un réseau en site isolé, voir (voir chapitre 4, page 20)).

Si vous avez besoin d'aide, vous pouvez utiliser les outils de planification de SMA Solar Technology AG :

- Off-Grid Questionnaire (voir [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com))
- Sunny Design (voir [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com))

### 3.2 Estimation des charges électriques

La puissance et la consommation électrique des charges jouent un rôle fondamental dans le réseau en site isolé. Les questions suivantes doivent donc être élucidées :

- Quelles sont les charges qui doivent être alimentées par le réseau en site isolé ?
- Quelle est la valeur annuelle ou quotidienne de la consommation énergétique ?
- Quelle est la puissance maximale quotidienne ?

Le tableau suivant donne un aperçu des charges courantes, accompagnées de leur puissance et de leur durée de fonctionnement quotidienne typique.

Charges	Puissance nominale	Durée de fonctionnement quotidienne typique	Consommation d'énergie quotidienne
Climatisation	3000 W	2 h	6 kWh
Sèche-linge	1000 W	4 h	4 kWh
Lave-linge	2000 W	1 h	2 kWh
Cuisinière (plaques + four)	2300 W	0,75 h	1,7 kWh
Lave-vaisselle	1300 W	1 h	1,3 kWh
Pompe à eau	200 W	3 h	0,6 kWh

Charges	Puissance nominale	Durée de fonctionnement quotidienne typique	Consommation d'énergie quotidienne
Ordinateur	250 W	2 h	0,5 kWh
Congélateur de 200 l	100 W	5 h	0,5 kWh
Bouilloire	1800 W	0,25 h	0,45 kWh
Réfrigérateur	90 W	5 h	0,45 kWh
Aspirateur	1800 W	0,25 h	0,43 kWh
Téléviseur (diagonale d'écran : 71 cm (28 in))	100 W	4 h	0,4 kWh
Micro-ondes	1200 W	0,25 h	0,3 kWh
Grille-pain	1200 W	0,25 h	0,3 kWh
Sèche-cheveux	1000 W	0,25 h	0,25 kWh
Fer à repasser	1000 W	0,25 h	0,24 kWh
Imprimante	100 W	2 h	0,2 kWh
Amplificateur	100 W	2 h	0,2 kWh
Pompe de circulation d'un système de chauffage	70 W	2 h	0,14 kWh
Lampe à économie d'énergie	15 W	4 h	0,06 kWh
Récepteur satellite	18 W	3 h	0,054 kWh
Mixeur	200 W	0,25 h	0,05 kWh
Lecteur de DVD	15 W	2 h	0,03 kWh
Machine à coudre	80 W	0,25 h	0,02 kWh
Radio	5 W	3 h	0,015 kWh
Rasoir électrique	15 W	0,25 h	0,0038 kWh

### 3.3 Dimensionnement du Sunny Island et de la Multicluste-Box

#### 3.3.1 Recommandations sur le choix du Sunny Island/de la Multicluste-Box

Pour déterminer le nombre de Sunny Island dans des systèmes monophasés, les valeurs caractéristiques suivantes sont requises :

- Puissance maximale sollicitée par les charges par jour ( $P_{\max}$ )
- Puissance de l'onduleur Sunny Island pendant 30 min à 25 °C ( $P_{30 \text{ min}}$ )

**Calcul :**

$$\text{Nombre d'onduleurs Sunny Island} = P_{\max} : P_{30 \text{ min}}$$

### Remarque relative aux systèmes triphasés

Le nombre d'appareils dans des systèmes triphasés se calcule de la même manière que pour des systèmes monophasés. Le résultat doit cependant être arrondi vers le haut au prochain chiffre divisible par trois. Les onduleurs peuvent ainsi se répartir symétriquement sur les phases (voir chapitre 3.3.2, page 14).

### 3.3.2 Sélection de l'onduleur Sunny Island

#### **i** Courbe température-puissance

La puissance active fournie par le Sunny Island dépend de la température ambiante (pour connaître la courbe température-puissance, consulter la fiche technique de l'onduleur Sunny Island). Si l'emplacement planifié est soumis en permanence à des températures ambiantes élevées, il convient de choisir un Sunny Island présentant une puissance assignée plus élevée que nécessaire pour répondre aux besoins des charges.

Type d'appareil	Puissance assignée	Puissance à 25 °C pour 30 min	Utilisations possibles			
			Système Single	Système Single Cluster monophasé	Système Single Cluster triphasé	Système multicluster
SI4.4M-12 (Sunny Island 4.4M)	3300 W	4400 W	oui	Non	oui	Non
SI6.0H-12 (Sunny Island 6.0H)	4600 W	6000 W	oui	oui	oui	oui
SI8.0H-12 (Sunny Island 8.0H)	6000 W	8000 W	oui	oui	oui	oui

### 3.3.3 Sélection de la Multicluster-Box

Type d'appareil	Puissance assignée	Nombre d'onduleurs	Nombre de clusters
MC-BOX-6.3-11 (Multicluster-Box 6)	55 kW	6	2
MC-BOX-12.3-20 (Multicluster-Box 12)	138 kW	12	4
MC-BOX-36.3-11 (Multicluster-Box 36)	300 kW	36	12

## 3.4 Dimensionnement du banc de batteries

La capacité de batterie requise, la tension de la batterie et le type de batterie sont des éléments essentiels pour choisir la batterie adéquate.

### Capacité de la batterie

Le point de départ dans le choix d'une batterie est la capacité de batterie requise. La capacité de batterie requise dépend en premier lieu des facteurs suivants :

- Durée de compensation

La durée de compensation correspond à la durée en nombre de jours durant laquelle le réseau en site isolé peut alimenter les charges exclusivement à partir de la batterie. Concernant les réseaux en site isolé avec générateurs, il faut compter sur une durée de compensation de 2 jours.

- Consommation d'énergie par an ( $E_{\text{Anno}}$ )

La consommation énergétique annuelle attendue d'un réseau en site isolé dépend des charges existantes et de leurs besoins énergétiques (voir chapitre 3.2, page 12).

- Rendement moyen de la batterie lors de la décharge ( $\eta_{\text{batt}}$ )

Le rendement moyen de la batterie lors de la décharge avoisine les 0,9 pour les réseaux en site isolé.

La capacité de la batterie est généralement indiquée en kWh ou en Ah.

#### Calcul :

$$\text{Capacité de batterie [kWh]} = \frac{\text{Durée de compensation} \cdot \frac{E_{\text{Anno}}}{365}}{\eta_{\text{Batt}}}$$

$$\text{Capacité de batterie [kWh]} = \text{Capacité de batterie [kWh]} \cdot \frac{1000}{\text{Tension nominale de la batterie}}$$

#### **i** Tenir compte de la capacité utile de la batterie

Pour atteindre une durée de vie maximale de la batterie, il faut veiller à utiliser uniquement la capacité utile de la batterie lors des processus de charge et de décharge. La capacité de batterie calculée ici se rapporte à cette capacité utile. Pour les batteries au plomb, la capacité utile est généralement d'env. 50 % de la capacité nominale et, pour les batteries lithium-ion, elle est de 80 % (voir documentation du fabricant des batteries).

#### **i** Respecter les capacités standard

Les batteries ne sont pas disponibles en n'importe quelle capacité. Les fabricants proposent des capacités standard. Il est recommandé de systématiquement opter pour la capacité standard immédiatement supérieure. Tenir compte de la capacité utile de la batterie.

### Tension nominale de la batterie

Tous les Sunny Island utilisent des batteries d'une tension nominale de 48 V.

### Type de batterie

Le Sunny Island fonctionne avec les types de batterie suivants :

- Batteries au plomb

Le local des batteries doit être suffisamment ventilé selon les consignes du fabricant de batterie ainsi que les normes et directives applicables sur le site (voir la documentation du fabricant de batterie).

Les batteries au plomb de type VRLA et FLA sont prévues pour être utilisées avec le Sunny Island.

- Batterie lithium-ion

Si une batterie lithium-ion est raccordée, les points suivants doivent être observés :

- La batterie doit correspondre aux normes et directives en vigueur sur le site et présenter une sécurité intrinsèque.
- La batterie lithium-ion doit être autorisée pour une utilisation avec le Sunny Island. La liste des batteries lithium-ion autorisées pour l'utilisation dans le Sunny Island est continuellement mise à jour (voir le point Information technique « List of Approved Batteries » sous [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)).
- S'il n'est pas possible d'utiliser l'une des batteries lithium-ion autorisées pour le Sunny Island, utilisez des batteries au plomb.

### Fusible de batterie

Le fusible de batterie protège les câbles de raccordement de la batterie de l'onduleur à batterie en tant que fusible DC externe. En outre, le fusible de batterie permet la déconnexion de l'onduleur à batterie côté DC.

Un fusible de batterie doit toujours être installé entre la batterie et le Sunny Island. SMA Solar Technology AG recommande d'utiliser un fusible de batterie de l'entreprise enwitec electronic GmbH & Co.KG, spécialement adapté au Sunny Island.

Les cartouches-fusibles doivent également être spécialement conçues pour le Sunny Island (voir les instructions d'installation de l'onduleur à batterie Sunny Island).

## 3.5 Configuration de l'installation photovoltaïque

### 3.5.1 Estimation de la puissance nominale de l'installation

#### Facteurs d'influence

La puissance nominale de l'installation dépend des facteurs suivants :

- Consommation d'énergie par an ( $E_{\text{Anno}}$ )
- Rendement du système ( $\eta_{\text{sys}}$ )  
Le rendement du système est d'env. 0,7.
- Degré de couverture solaire : part de l'énergie photovoltaïque dans l'approvisionnement énergétique d'un réseau en site isolé (Fraction solaire – SF)  
Il dépend généralement de la quantité d'énergie photovoltaïque disponible au niveau régional.
- Rendement énergétique spécifique à partir de l'énergie photovoltaïque ( $E_{\text{PV}}$ )  
Il dépend généralement de la quantité d'énergie photovoltaïque disponible au niveau régional et de la puissance nominale de l'installation.

#### Production énergétique issue de l'énergie photovoltaïque et part utile de l'énergie photovoltaïque dans le réseau en site isolé

Régions (exemples)	Rendement énergétique spécifique par an *	Part d'énergie photovoltaïque dans l'approvisionnement énergétique
Allemagne	800 kWh/(kWc * a) à 900 kWh/(kWc * a)	50 % à 70 %
Europe du Sud	1300 kWh/(kWc * a) à 1450 kWh/(kWc * a)	60 % à 90 %
Afrique du Nord et du Sud ou Amérique du Sud	1450 kWh/(kWc * a) à 1700 kWh/(kWc * a)	60 % à 100 %
Arabie Saoudite	1800 kWh/(kWc * a)	60 % à 100 %

\* Exemple : 800 kWh/(kWc \* a) correspond à un rendement énergétique spécifique de 800 kWh en 1 année par kWc de puissance nominale installée de l'installation

#### Calcul

Les valeurs susmentionnées permettent de calculer approximativement la puissance nominale de l'installation photovoltaïque.

$$P_{\text{PV}} = E_{\text{Anno}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{sys}}} \cdot \frac{\text{SF}}{E_{\text{PV}}}$$

#### Remarques concernant la configuration

La puissance nominale requise de l'installation sert de base au dimensionnement du générateur et à la sélection de l'onduleur photovoltaïque (voir chapitre 3.5.2, page 17).



- La puissance nominale de l'installation photovoltaïque résulte des puissances assignées des onduleurs photovoltaïques utilisés.
- Dans un réseau en site isolé, la puissance nominale de l'installation photovoltaïque peut être au maximum deux fois supérieure à la puissance nominale AC totale de tous les Sunny Island (voir chapitre 3.3, page 13).
- En cas d'utilisation de batteries au plomb, la capacité de batterie doit être d'au moins 100 Ah par kWc du générateur photovoltaïque installé. Exemple : dans le cas d'un générateur photovoltaïque de 5 kWc, la capacité de batterie minimale est de 500 Ah (voir chapitre 3.4, page 14).
- En cas d'utilisation de batteries lithium-ion, la capacité de batterie doit être d'au moins 50 Ah par kWc du générateur photovoltaïque installé. Exemple : dans le cas d'un générateur photovoltaïque de 5 kWc, la capacité de batterie minimale est de 250 Ah (voir chapitre 3.4, page 14).

### 3.5.2 Choix de l'onduleur photovoltaïque

Vous pouvez utiliser les onduleurs photovoltaïques suivants dans des réseaux en site isolé. Les onduleurs photovoltaïques doivent être dotés de la version du micrologiciel indiquée dans le tableau ou d'une version supérieure. Si ce n'est pas le cas, exécutez une mise à jour du micrologiciel (voir documentation des onduleurs photovoltaïques).

Onduleur photo-voltaïque	Version du micrologiciel	Remarque
<b>Sunny Boy (SB)</b>		
SB1.5-1VL-40	2.05.01.R	-
SB2.5-1VL-40	2.05.01.R	-
SB3.0-1AV-40	1.2.18.R	-
SB3.6-1AV-40	1.2.18.R	-
SB4.0-1AV-40	1.2.18.R	-
SB5.0-1AV-40	1.2.18.R	-
SB 3000TL-21	2.60.03.R	-
SB 3600TL-21	2.60.03.R	-
SB 4000TL-21	2.60.03.R	-
SB 5000TL-21	2.60.03.R	-
SB 6000TL-21	2.80.02.R	-
<b>Sunny Tripower (STP)</b>		
STP3.0-3AV-40	2.13.07.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP4.0-3AV-40	2.13.07.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP5.0-3AV-40	2.13.07.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP6.0-3AV-40	2.13.07.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 5000TL-20	2.50.01.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 6000TL-20	2.50.01.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 7000TL-20	2.50.01.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 8000TL-20	2.50.01.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés

Onduleur photo-voltaïque	Version du micrologiciel	Remarque
STP 9000TL-20	2.50.01.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 10000TL-20	2.53.02.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 12000TL-20	2.53.02.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 15000TL-10	2.22.17.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 15000TL-30	2.83.03.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 20000TL-30	2.81.07.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 25000TL-30	2.81.07.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés
STP 50-40	1.1.19.R	Utilisable uniquement dans des réseaux en site isolé triphasés

### Puissance maximale de l'installation photovoltaïque

Dans les réseaux en site isolé, la puissance maximale de l'installation photovoltaïque dépend de la puissance totale des Sunny Island.

- Puissance de sortie maximale de l'installation photovoltaïque par SI4.4M-12 : 4600 W
- Puissance de sortie maximale de l'installation photovoltaïque par SI6.0H-12 : 9200 W
- Puissance de sortie maximale de l'installation photovoltaïque par SI8.0H-12 : 12000 W

Le respect de la puissance de sortie maximale de l'installation photovoltaïque est impératif pour un fonctionnement stable du réseau en site isolé.

### Réglage en mode de fonctionnement en site isolé

Tous les onduleurs photovoltaïques cités peuvent être configurés pour le mode de fonctionnement en site isolé. Pour ce faire, un jeu de données régionales valable pour le mode de fonctionnement en site isolé ou une norme nationale valable doit être sélectionné(e) (voir documentation des onduleurs photovoltaïques).

## 3.6 Dimensionnement des générateurs

La puissance nominale du ou des générateur(s) doit correspondre à environ 80 % à 120 % de la puissance nominale totale de l'onduleur à batterie planifié. Idéalement, la valeur devrait plutôt être inférieure à 100 % afin d'optimiser l'utilisation des générateurs. Le respect de ces critères garantit la longévité et l'exploitation optimale du carburant tel que le diesel.

## 3.7 Estimation des coûts de l'installation

Sur la base de la conception approximative réalisée, il est également possible de procéder à une première estimation des coûts. Dans l'exemple illustré ici, les coûts se composent des éléments suivants :

- Coûts de l'onduleur à batterie
- Coûts du banc de batteries et du fusible de batterie
- Coûts d'une installation photovoltaïque (panneaux et onduleurs photovoltaïques)
- Coûts des générateurs
- Coût du montage et de l'installation

En raison des nombreuses variantes des systèmes, il n'est pas possible de prendre en compte tous les emplacements possibles. Si l'on examine de plus près la situation, d'autres emplacements sont envisageables.

## 3.8 Outils de planification

### 3.8.1 Saisie des données à l'aide du Off-Grid Questionnaire

Le Off-Grid Questionnaire de SMA Solar Technology AG offre la possibilité de saisir de manière systématique toutes les informations qui sont nécessaires pour le dimensionnement d'un réseau en site isolé (téléchargement disponible sur [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)). Le questionnaire sert donc à préparer le dimensionnement ultérieur de l'installation.

### 3.8.2 Configuration de l'installation avec Sunny Design

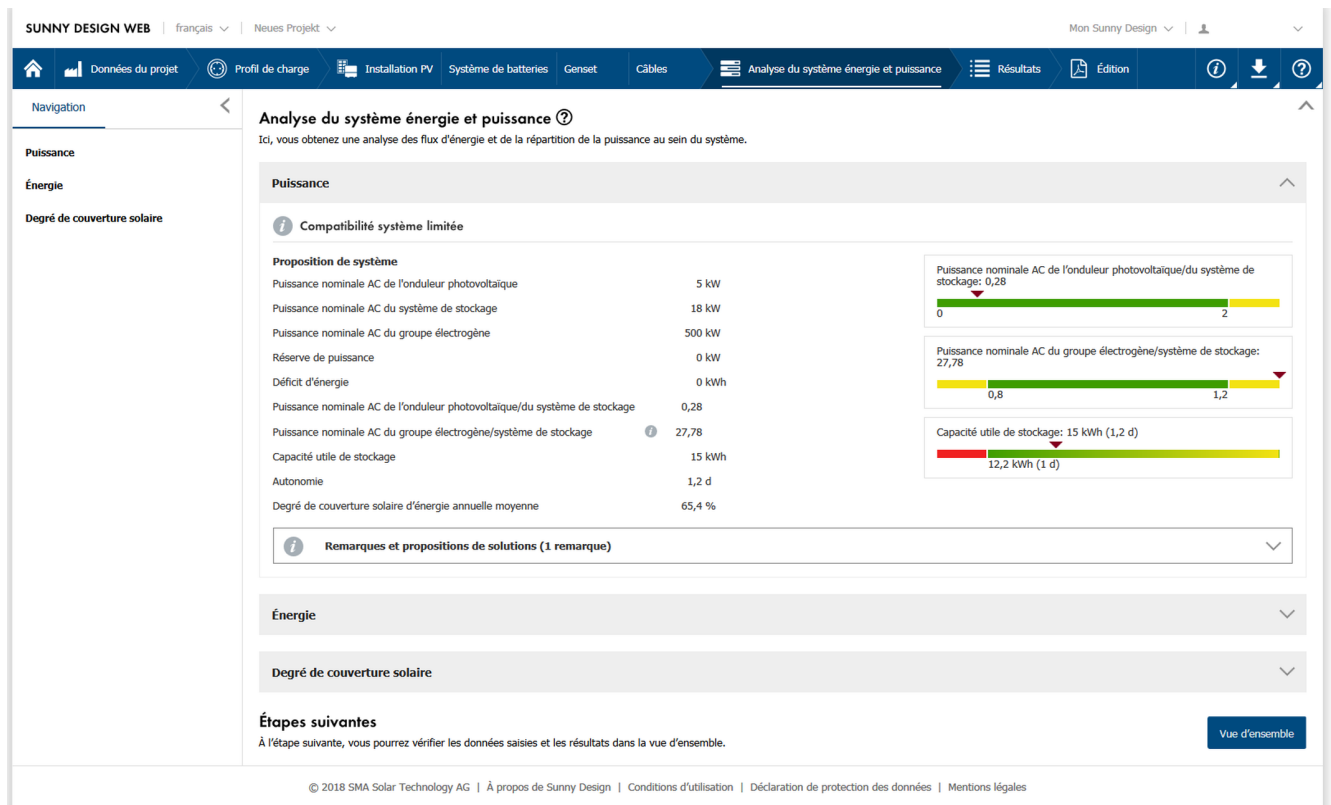


Figure 8 : Exemple de configuration d'un système grâce à Sunny Design Web

Sunny Design est un logiciel conçu pour la planification et la configuration d'installations photovoltaïques et de systèmes photovoltaïques hybrides. Il vous donne une recommandation de configuration possible de votre installation photovoltaïque ou de votre réseau en site isolé.

Sunny Design existe en deux versions : la version en ligne s'appelle Sunny Design Web, et la version de bureau Sunny Design 3. La version en ligne ne s'utilise que via Internet ([www.SunnyDesignWeb.com](http://www.SunnyDesignWeb.com)). Vous devez installer la version de bureau sur votre ordinateur et n'aurez plus besoin de connexion Internet après vous être enregistré une seule fois (pour obtenir la documentation correspondante et lancer le téléchargement, consultez le site [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)).

## 4 Exemple de configuration d'un réseau en site isolé

### Valeurs de sortie et informations recherchées

L'exemple suivant décrit la configuration d'un réseau en site isolé en Afrique du Nord et sert d'orientation et de point de départ pour un dimensionnement détaillé.

Les valeurs de sortie doivent être les suivantes :

- Les besoins énergétiques des appareils consommateurs sont d'environ 4500 kWh/an (voir chapitre 3.2, page 12).
- La puissance maximale requise par les charges pendant la journée est de 5 kW.
- Le temps d'autonomie du réseau en site isolé doit être de 2 jours.
- Le réseau en site isolé doit être monophasé.
- Pour soutenir l'approvisionnement énergétique en cas de puissance photovoltaïque faible, un générateur doit être utilisé.

Les informations suivantes sont requises :

- Combien de Sunny Island doivent être utilisés ?
- Quelle doit être la capacité de batterie ?
- Quels types d'onduleurs doivent être utilisés et quel est le nombre requis ?
- Quelle doit être la puissance nominale du générateur ?

### Étape 1 : détermination du nombre de Sunny Island requis

Dans cet exemple, le Sunny Island 6.0H doit être utilisé (voir chapitre 3.3.2, page 14).

$$\text{Nombre d'onduleurs Sunny Island} = P_{\max} : P_{30 \min}$$

$$\text{Nombre d'onduleurs Sunny Island} = 5 \text{ kW} : 6 \text{ kW} = 0,8$$

Le résultat doit être arrondi. Résultat : dans ce premier exemple, c'est le Sunny Island 6.0H qui doit être sélectionné.

### Étape 2 : détermination de la capacité de batterie

Le rendement moyen du système lors de la décharge de la batterie résulte du rendement de l'onduleur Sunny Island et du rendement de la batterie. Le facteur 0,9 est une bonne valeur empirique.

$$\text{Capacité de batterie [kWh]} = \frac{\text{Durée de compensation} \cdot \frac{E_{\text{Anno}}}{365}}{\eta_{\text{Batt}}}$$

$$\text{Capacité de batterie [kWh]} = \text{Capacité de batterie [kWh]} \cdot \frac{1000}{\text{Tension nominale de la batterie}}$$

$$\text{Capacité de batterie [kWh]} = \frac{2 \text{ jours} \cdot \frac{4500 \text{ kWh}}{365}}{0,9} = 27,4 \text{ kWh}$$

$$\text{Capacité de batterie [kWh]} = 27,4 \text{ kWh} \cdot \frac{1000}{48 \text{ V}} = 570 \text{ Ah}$$

Dans cet exemple, la capacité de batterie requise est de 27,4 kWh ou 570 Ah.

#### **i** Tenir compte de la capacité utile de la batterie

Pour atteindre une durée de vie maximale de la batterie, il faut veiller à utiliser uniquement la capacité utile de la batterie lors des processus de charge et de décharge. La capacité de batterie calculée ici se rapporte à cette capacité utile. Pour les batteries au plomb, la capacité utile est généralement d'env. 50 % de la capacité nominale et, pour les batteries lithium-ion, elle est de 80 % (voir documentation du fabricant des batteries).

Le choix de la batterie pour le réseau en site isolé peut s'appuyer sur la capacité de batterie requise et la capacité nominale utile (voir chapitre 3.4, page 14).

### Étape 3 : détermination de la capacité nominale de l'installation photovoltaïque

Le réseau en site isolé doit être mis en place en Afrique du Nord. Des valeurs de sortie supplémentaires sont requises pour le calcul ultérieur :

- Il est recommandé d'escompter un rendement énergétique spécifique annuel de 1450 kWh par kWc de puissance nominale (voir chapitre 3.5.1, page 16).
- Il est recommandé d'escompter une part d'énergie photovoltaïque de 70 % dans l'approvisionnement énergétique du réseau en site isolé (voir chapitre 3.5.1, page 16).

$$P_{PV} = E_{\text{Anno}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{Sys}}} \cdot \frac{SF}{E_{PV}}$$

$$P_{PV} = 4500 \text{ kWh/a} \cdot \frac{1}{0,7} \cdot \frac{70 \%}{1450 \text{ kWh}/(\text{kWp} \cdot \text{a})} = 3,10 \text{ kWp}$$

Dans cet exemple, la capacité nominale de l'installation est de 3,1 kWc. Pour ce système, il faut donc un onduleur photovoltaïque dont la puissance assignée est d'au moins 3100 W. C'est le Sunny Island sélectionné qui définit la puissance assignée maximale de l'onduleur photovoltaïque. Dans le présent exemple, la puissance assignée peut donc atteindre jusqu'à 9200 W (voir chapitre 3.5.2, page 17).

Sunny Design garantit une détermination simple et précise des panneaux photovoltaïques et de l'onduleur photovoltaïque ainsi que du câblage adéquat (voir chapitre 3.8.2, page 19).

### Étape 4 : détermination de la puissance nominale du générateur

La puissance nominale de l'onduleur Sunny Island est de 4600 W. La puissance nominale du générateur doit donc être comprise entre 3680 W (80 %) et 5520 W (120 %). Pour garantir une utilisation optimale du générateur, nous recommandons une puissance nominale d'un peu moins de 4600 W (100 %) (voir chapitre 3.6, page 18).

## 5 Annexe

### 5.1 Accessoires

Vous trouverez ci-dessous un aperçu des accessoires correspondant à votre produit. Si nécessaire, vous pouvez commander ces pièces auprès de votre revendeur.

Désignation	Description brève	Numéro de commande SMA
SI-SYSCAN.BGx	Interface de communication pour la communication des clusters dans un système multicluster	SI-SYSCAN-NR
BAT-TEMP-SENSOR	Capteur de température de la batterie de type KTY avec câble de raccordement (longueur : 10 m)	BAT-TEMP-SENSOR

### 5.2 Fonctions supplémentaires de l'onduleur Sunny Island dans le réseau en site isolé

#### 5.2.1 Gestion du réseau et du générateur

##### 5.2.1.1 Sources d'énergie externes typiques

Le Sunny Island permet la connexion au réseau de la source d'énergie externe et la déconnexion de ce réseau. Les sources d'énergie externes sont des sources de tension qui déterminent la tension et la fréquence du réseau électrique public. Parmi les sources d'énergie externes typiques figurent les générateurs et le réseau électrique public.

##### Générateur comme source d'énergie externe

Dans le réseau en site isolé, un générateur sert de réserve d'énergie. Si les consommateurs ne disposent pas de suffisamment d'énergie de la part des sources AC du réseau en site isolé (onduleurs photovoltaïques par ex.), le Sunny Island peut utiliser l'énergie d'un générateur.

Générateurs utilisables	Explication
Générateurs à démarrage automatique	Les générateurs sont mis en marche et arrêtés par 1 contact. De cette manière, le Sunny Island peut commander directement le générateur.
Générateurs sans fonction de démarrage automatique	Les générateurs ne disposent pas de dispositif de démarrage électrique. Ils sont démarrés par exemple à l'aide d'un câble ou d'une manivelle.
Générateurs à démarrage électrique à distance sans unité de commande propre	Les générateurs disposent de 2 contacts pour la commande : 1 pour le démarreur et 1 pour l'allumage ou le préchauffage. Pour le pilotage, vous avez besoin d'une commande externe.

##### Réseau électrique public comme source d'énergie externe

Avec le Sunny Island, vous pouvez utiliser le réseau électrique public de différentes manières :

- Comme réserve d'énergie
- Comme fournisseur principal d'énergie des charges du réseau en site isolé

Si c'est le réseau électrique public qui alimente principalement les charges, il s'agit d'un système d'alimentation de secours. Si le réseau électrique public tombe en panne, le Sunny Island déconnecte le réseau en site isolé du réseau électrique public et bascule en mode de fonctionnement en site isolé. En mode de fonctionnement en site isolé, le Sunny Island alimente le réseau en site isolé à partir de la batterie.

## Générateur et réseau électrique public comme source d'énergie externe

Le réseau électrique public et un générateur peuvent également être raccordés simultanément au réseau en site isolé. Cela est particulièrement utile pour les pannes du réseau de longue durée et lorsque, après un certain temps, la capacité de la batterie ne suffit plus pour compenser la panne. En cas de panne de longue durée sur le réseau, vous pouvez basculer sur le générateur.

Le générateur et le réseau électrique public ne peuvent pas injecter simultanément du courant dans le réseau en site isolé. C'est pourquoi il faut commuter entre le mode générateur et le mode réseau. Étant donné que le Sunny Island ne dispose pas d'un commutateur automatique de transfert, un commutateur automatique de transfert externe est nécessaire pour utiliser un générateur et le réseau électrique public.

Dans les systèmes multicluster dotés de la Multicluster-Box 12 (MC-BOX-12.3-20) par exemple, la Grid Connect Box assure la fonction de commutateur automatique de transfert.

### 5.2.1.2 Synchronisation du réseau en site isolé sur les sources d'énergie externes

La synchronisation permet au Sunny Island de commuter le réseau en site isolé sur la source d'énergie externe.

En présence d'une tension alternative externe sur le Sunny Island, celui-ci synchronise le réseau en site isolé avec la tension alternative externe. Lorsque le réseau en site isolé est synchronisé avec la source d'énergie externe, le Sunny Island ferme son relais de transfert interne. Lorsque le relais de transfert interne est fermé, la source d'énergie externe détermine la tension et la fréquence sur le réseau en site isolé.

### 5.2.1.3 Interactions entre les sources d'énergie externes et le réseau en site isolé

Les sources d'énergie externes influencent la régulation de puissance des sources AC (sur les onduleurs photovoltaïques, par exemple). Le Sunny Island régule la puissance délivrée par les sources AC raccordées par l'intermédiaire de la fréquence du réseau en site isolé. Plus la fréquence du réseau en site isolé est élevée, plus la puissance injectée par les onduleurs photovoltaïques et éoliens dans le réseau en site isolé est faible (voir chapitre 5.2.3 « Frequency Shift Power Control », page 24).

Si vous démarrez un générateur manuellement, le Sunny Island synchronise la fréquence du site isolé avec la fréquence de la tension du générateur et commute le réseau en site isolé sur la tension du générateur photovoltaïque. Dans ce cas, le Sunny Island ne peut plus utiliser la fréquence du réseau en site isolé pour réguler les sources AC du réseau en site isolé. Une régulation de la puissance des sources AC sur le réseau en site isolé n'est pas possible pendant la synchronisation.

## 5.2.2 Pilotage de charges

### 5.2.2.1 Capacité de surcharge

Le Sunny Island est optimisé pour des conditions de surcharge, tant thermiques qu'électriques. Il adapte directement la puissance maximum aux conditions ambiantes.

Grâce au système de refroidissement breveté OptiCool, SMA Solar Technology AG propose désormais une solution technique associant des procédés de refroidissement passif et actif. Cette gestion intelligente de la température se compose d'un système à deux chambres, comportant un compartiment étanche abritant l'électronique et un compartiment ventilé regroupant les éléments qui dégagent de la chaleur. Cela garantit une parfaite protection, associée à une excellente résistance aux surcharges et à une fiabilité optimale.

Dans le cas de courants d'appel, des fonctions de démarrage progressif sont utilisées : le Sunny Island 6.0H/8.0H peut fournir un courant de 120 A pendant 60 ms. Jusqu'à 3 secondes, l'onduleur fournit un courant de surcharge 2,5 fois supérieur. Ce n'est qu'après, en cas de court-circuit prolongé, notamment, que l'appareil est arrêté pour des raisons de sécurité. Des disjoncteurs 16 A courbe B sont déclenchés en l'espace de 100 ms, ce qui satisfait aux critères de sécurité des installations réseau en parallèle.

### 5.2.2.2 Délestage

Le délestage empêche la décharge excessive de la batterie et commande la fourniture de courant aux appareils consommateurs. Le délestage vous offre la possibilité de séparer les appareils consommateurs du système de manière ciblée.

Un délestage est nécessaire lorsqu'un réseau en site isolé est alimenté exclusivement avec de l'énergie photovoltaïque ou de l'énergie éolienne.

Le Sunny Island commande jusqu'à 2 contacteurs de délestage en fonction de l'état de charge de la batterie. Vous pouvez installer 2 types de délestage :

- Délestage à un niveau  
Lorsque le seuil de l'état de charge de la batterie est atteint, 1 contacteur de délestage coupe l'alimentation de tous les appareils consommateurs en même temps. En fonction de la configuration, le contacteur de délestage se ferme soit lorsque la batterie est suffisamment rechargée, soit lorsque le réseau en site isolé est commuté sur une source d'énergie externe.
- Délestage à deux niveaux  
Dans le cas du délestage à 2 niveaux, il existe 2 valeurs limites de l'état de charge de la batterie pour commander 2 contacteurs de délestage. Lorsque la première valeur limite de l'état de charge de la batterie est atteinte, le premier contacteur de délestage déconnecte un groupe d'appareils consommateurs. Lorsque la seconde valeur limite de l'état de charge de la batterie est atteinte, le second contacteur de délestage déconnecte les appareils consommateurs restants.

### 5.2.3 Frequency Shift Power Control

Si des onduleurs photovoltaïques sont raccordés du côté AC en mode de fonctionnement en site isolé, le Sunny Island doit pouvoir en limiter la puissance de sortie. Ce cas se présente, par exemple, lorsque la batterie de l'onduleur est entièrement chargée et que la puissance générée par l'installation photovoltaïque excède les besoins en puissance des appareils consommateurs raccordés.

Afin que l'énergie excédentaire ne surcharge pas la batterie, le Sunny Island tient compte de cette situation en modifiant la fréquence sur la sortie AC. Cette modification de fréquence est analysée par l'onduleur photovoltaïque. Dès que la fréquence du réseau augmente et dépasse une valeur définie **f Start Delta**, l'onduleur photovoltaïque limite sa puissance en conséquence.

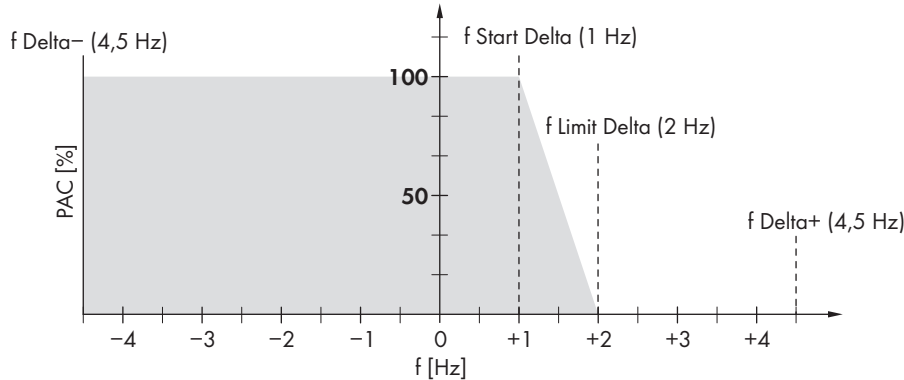


Figure 9 : Fonction du Frequency Shift Power Control

Désignation	Explication
<b>f</b>	Fréquence de base du réseau en site isolé (50 Hz)
<b>f Delta-</b> à <b>f Delta+</b>	Plage maximale dans laquelle l'onduleur photovoltaïque est actif, par rapport à la fréquence de base.
<b>f Start Delta</b>	Augmentation de la fréquence par rapport à la fréquence de base, à laquelle commence la régulation de la puissance via la fréquence.
<b>f Limit Delta</b>	Augmentation de la fréquence par rapport à la fréquence de base, à laquelle se termine la régulation de la puissance via la fréquence. La puissance de l'onduleur photovoltaïque est ici de 0 W.



Si la valeur passe en dessous de la limite **f Delta-** ou dépasse la limite **f Delta+**, les onduleurs photovoltaïques se déconnectent du réseau en site isolé. Si un générateur du réseau en site isolé est en marche, c'est lui qui détermine la fréquence et les onduleurs photovoltaïques réagissent ensuite à certaines modifications de fréquence du générateur. En charge, les générateurs fonctionnent généralement avec une fréquence de tension de sortie de 50 Hz. Par conséquent, les onduleurs photovoltaïques injecteront dans la plupart des cas toute leur puissance dans le réseau en site isolé, même lorsque le générateur est en service. Lorsque la tension de batterie actuelle est supérieure à la tension de consigne de la batterie et doit en outre être synchronisée avec un générateur, le Sunny Island augmente la fréquence pendant une courte durée et les onduleurs photovoltaïques se déconnectent du réseau en site isolé via la régulation de fréquence vers le bas (surfréquence). Ensuite, le Sunny Island se synchronise avec le générateur.

## 5.2.4 Pilotage et surveillance via le relais multifonction interne

À l'aide de deux relais multifonctions, chaque Sunny Island peut commander différentes fonctions et délivrer des états de fonctionnement et des messages d'avertissement.

Fonction possible ou sortie	Explication
Pilotage de générateurs	En cas de demande d'activation du générateur provenant du gestionnaire de générateur du Sunny Island, le relais multifonction est excité. Le relais multifonction vous permet de piloter des générateurs à démarrage électrique à distance ou de raccorder un générateur de signal pour les générateurs sans fonction de démarrage automatique.
Pilotage des contacteurs de délestage	En fonction de l'état de charge de la batterie, le relais multifonction est excité. En fonction de la configuration, vous pouvez installer un délestage à un niveau avec un relais multifonction ou un délestage à deux niveaux avec deux relais multifonction. Vous pouvez par ailleurs régler les valeurs limites pour l'état de charge de la batterie en fonction de l'heure de la journée (voir les instructions d'installation de l'onduleur Sunny Island).
Commande temporisée de processus externes	Les relais multifonctions peuvent être soumis à une commande temporisée (voir les instructions d'installation du Sunny Island).
Indication d'états de fonctionnement et de messages d'avertissement	Chaque relais multifonction peut émettre soit un événement, soit un message d'avertissement (voir les instructions d'installation de l'onduleur Sunny Island).
Commande d'un ventilateur de local de batteries*	Lorsque le courant de charge entraîne le gazage de la batterie au plomb, le relais multifonction est excité. Un ventilateur de salle de batterie raccordé est mis en marche pour au moins une heure (voir les instructions d'installation de l'onduleur Sunny Island).
Pilotage d'une pompe à électrolyte*	En fonction du nombre de cycles de charge et de recharge, le relais multifonction est excité au moins une fois par jour (voir les instructions d'installation de l'onduleur Sunny Island).
Utilisation de l'excédent d'énergie	Dans les réseaux en site isolé, un relais multifonction est excité pendant la phase à tension constante, commandant ainsi des appareils consommateurs supplémentaires (voir les instructions d'installation de l'onduleur Sunny Island). Grâce au pilotage des charges supplémentaires, il est possible d'utiliser de manière judicieuse l'énergie excédentaire éventuellement disponible, laquelle aurait dû sinon être soumise à une réduction de charge.

\* pour batteries au plomb

## 5.2.5 Interface d'exploitation et de commande

Le contrôle de l'onduleur Sunny Island est basé sur le concept de commande « Single Point of Operation » (SPO). Tous les réglages, processus de commutation ou paramètres système peuvent être récapitulés sur un écran unique pour être consultés ou modifiés.

Le SPO fournit une vue d'ensemble synthétique du système et permet de configurer les unités parallèles et les régulateurs de charge raccordés depuis un même appareil. Toutes les opérations de commutation automatiques étant activées par l'intermédiaire de l'onduleur à batterie, les données relatives aux sources ou charges externes peuvent également être consultées. Une structure de communication interne permet l'échange de toutes les informations utiles entre les composants du système, à condition que ces derniers prennent en charge cette fonctionnalité.

## 5.2.6 Consignation et enregistrement de données

L'interface permet d'accéder à l'historique de tous les états de service rencontrés. Les valeurs de crête ainsi que les informations et événements importants sont stockés dans une mémoire interne permanente. Un système intégré de consignation des données se charge de l'ensemble des mesures, calculs et analyses requis. Cela permet d'obtenir une image complète de toutes les activités, des processus de charge aux délestages automatiques.

Le SMA Cluster Controller permet d'étendre très simplement la fonction de consignation de données de l'onduleur Sunny Island. Une surveillance à distance complète est ainsi possible par exemple.

## 5.3 Informations supplémentaires sur la gestion des batteries au plomb

### 5.3.1 Avantages de la gestion de batterie

Le système de gestion des batteries au plomb de l'onduleur Sunny Island repose sur une détermination très exacte de l'état de charge. La combinaison des trois méthodes de détection de l'état de charge les plus courantes permet au Sunny Island d'atteindre une précision de mesure de plus de 95 %. Cela permet d'éviter la surcharge et la décharge profonde de la batterie.

Un autre avantage du système de gestion de batterie est la régulation de la charge particulièrement en douceur. Le système choisit automatiquement la stratégie de charge optimale pour le type de batterie et la situation. Ceci permet non seulement d'éviter les surcharges, mais également de réaliser des charges complètes régulières. L'énergie de charge disponible est alors toujours utilisée de manière optimale.

### 5.3.2 État de la batterie

#### 5.3.2.1 Capacité nominale et usure de la batterie

##### **i** Indication de la capacité nominale par le fabricant de batterie

La capacité nominale indiquée par le fabricant de batterie correspond à la quantité d'énergie qui peut être prélevée de la batterie durant une durée de décharge définie. Si, par exemple, un courant de 20 A peut être prélevé de la batterie entièrement chargée pendant 10 heures, cela signifie que la batterie a une capacité nominale de 200 Ah. En raison de la durée de décharge de 10 heures, l'indication de la capacité nominale de 200 Ah doit être agrémentée de l'information supplémentaire C10.

Pour garantir une comparaison pertinente des capacités nominales des différentes batteries, il faut que la capacité nominale de chaque batterie se rapporte à la même durée de décharge (voir documentation du fabricant des batteries).

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**

La capacité de batterie disponible diminue au fil du temps (même hors utilisation de la batterie).

- **Cyclage**

La batterie s'use au bout d'un certain nombre de cycles successifs charge/décharge. L'usure est principalement due à la profondeur des 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 la batterie.

### 5.3.2.2 État de charge actuel

La gestion de batterie indique l'état de charge actuel de la batterie (SOC : State of Charge) avec le paramètre **État de charge actuel de la batterie** et l'erreur estimée de l'état de charge avec le paramètre **Erreur de l'état de charge de la batterie**.

L'erreur estimée de l'état de charge donne des informations sur la précision de l'état de charge de la batterie calculé à l'instant. L'erreur estimée est la plus faible directement après une charge complète/charge d'égalisation et augmente à nouveau au fil du temps jusqu'à la prochaine charge complète/charge d'égalisation.

### 5.3.2.3 Capacité de la batterie actuellement disponible

Le gestionnaire de batterie donne la valeur 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 **Capacité nominale de la batterie**) 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 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 kW, 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.

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. 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 SOH disponible de - 1 % par °C en partant d'une température égale à 20 °C.

### 5.3.2.4 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 5.3.5 « Compensation automatique de la température », page 30).

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.

### 5.3.3 Phases de charge

Les paramètres indiqués peuvent être adaptés à la batterie utilisée selon les consignes fournies par le fabricant.

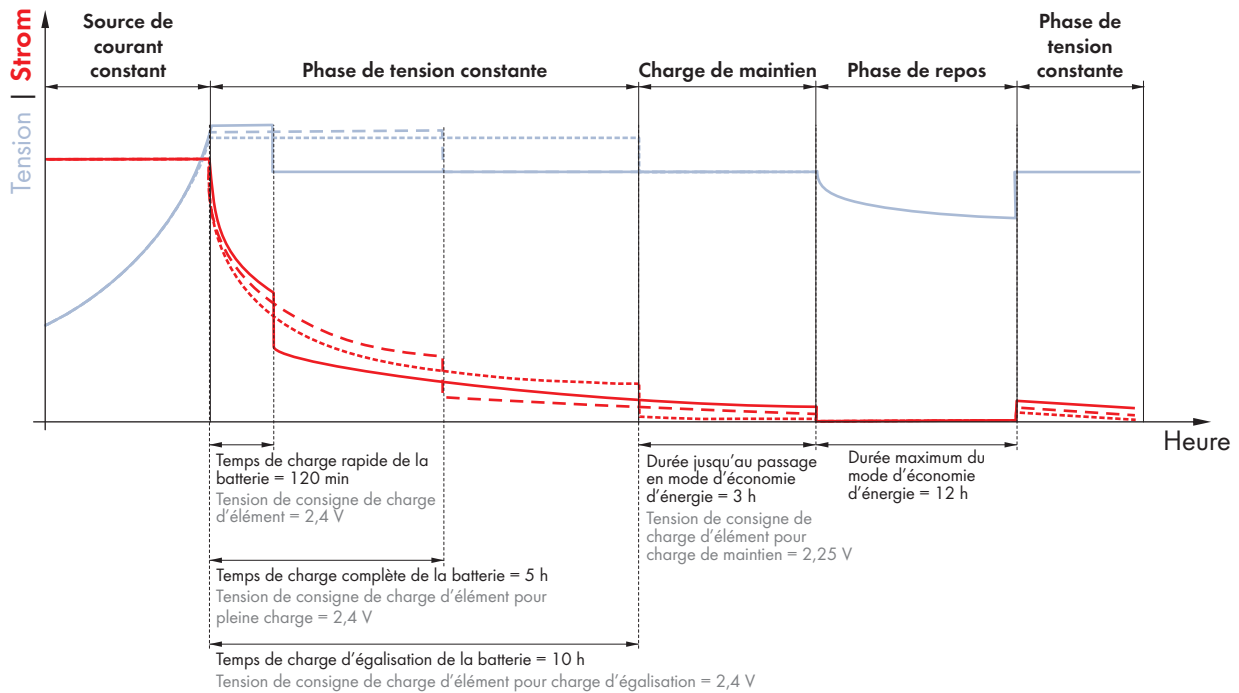


Figure 10 : Phases de charge de l'onduleur Sunny Island avec des exemples de valeurs d'une batterie AGM.

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 **Courant de charge maximal de la batterie** sur la valeur souhaitée par le fabricant de la batterie. Le courant de charge de la batterie disponible est également limité par les paramètres suivants :

- Courants nominaux des sources d'énergie externes (paramètre **Courant maximal du réseau public** et **Courant nominal du générateur**)
- Courant de charge AC maximum de l'onduleur Sunny Island (paramètre **Courant de charge de batterie AC maximum**)

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 5.3.4 « Procédé de charge », page 29) :

- 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 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 réseau en 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 **Durée jusqu'au passage en mode d'économie d'énergie**) 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 **Durée maximale du mode d'économie d'énergie**) ou lorsque la tension de la batterie baisse de 0,14 V par cellule. La batterie reste ainsi toujours complètement chargée.

## 5.3.4 Procédé de charge

Lors du passage à la phase à tension constante, le système de gestion de batterie choisit l'un des 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 **Tension de consigne de charge d'élément pour charge rapide**) et la durée (paramètre **Temps de charge rapide de la batterie**) 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 **Temps de cycle pour la charge complète**).
- 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 **Tension de consigne de charge d'élément pour charge complète**) et la durée (paramètre **Temps de charge complète de la batterie**) 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 **Temps de cycle pour la charge d'égalisation**).
- 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 **Tension de consigne de charge d'élément pour charge d'égalisation**) et la durée (paramètre **Temps de charge d'égalisation de la batterie**) 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 de l'onduleur Sunny Island sur [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)).

### 5.3.5 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.

### 5.3.6 Mode d'économie de la batterie

Le mode d'économie de batterie (Battery Protection Mode) est destiné à protéger la batterie. Si l'état de charge (SOC) de la batterie passe en dessous des valeurs limites inférieures, le mode d'économie de batterie est activé. En mode d'économie de batterie, le Sunny Island bascule en stand-by ou se coupe automatiquement. Le mode d'économie de batterie dispose de 3 niveaux. Pour chaque niveau, il est possible de configurer 1 valeur limite de l'état de charge (SOC). Les niveaux 1 et 2 du mode d'économie de batterie 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 de stand-by ou être arrêté uniquement si aucun courant de charge ne circule dans la batterie pendant 6 minutes. Vous pouvez ajuster les valeurs limites du mode d'économie de la batterie au système (pour régler le mode d'économie de la batterie, voir les instructions d'installation de l'onduleur Sunny Island).

## 5.4 Informations supplémentaires sur la gestion de générateur

### 5.4.1 Fonctions du gestionnaire de générateur

Le gestionnaire de générateur de l'onduleur Sunny Island remplit les fonctions suivantes :

- Demande d'activation du générateur en mode automatique
- Commande des onduleurs Sunny Island pour la commutation du site isolé sur la tension du générateur
- Maintien des temps de marche du générateur pour ménager le générateur
- Protection du générateur contre la surcharge ou l'alimentation de retour
- Commande des commutations dans le Sunny Island pour la coupure du générateur
- Mise à disposition de la puissance réactive pour le générateur

Le gestionnaire de générateur permet d'utiliser des générateurs affichant une puissance de sortie faible par rapport à la charge nominale de l'onduleur Sunny Island (voir le dossier technique « Sunny Island - Generator Whitepaper » sur [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)).

### 5.4.2 Dépendances pour la demande d'activation du générateur

Afin d'adapter le gestionnaire de générateur aux besoins du réseau en site isolé, vous pouvez modifier les dépendances pour la demande d'activation du générateur.

Demande d'activation du générateur	Explication
Demande d'activation du générateur en fonction de l'état de charge	En fonction de l'état de charge, le gestionnaire de générateur demande l'activation du générateur pour la recharge de la batterie. Le gestionnaire de générateur empêche ainsi que la batterie se décharge trop fortement. Remarque : vous pouvez par ailleurs paramétrer la demande d'activation du générateur en fonction de l'heure de la journée, par exemple pour que le générateur ne se mette pas en marche la nuit dans la mesure du possible.
Demande d'activation du générateur en fonction de la charge	Si la charge sur le réseau en site isolé dépasse un seuil paramétré, le gestionnaire de générateur demande l'activation du générateur. Le générateur alimente alors les appareils consommateurs. La batterie est ainsi moins sollicitée. Si nécessaire, le générateur et le Sunny Island alimentent ensemble les appareils consommateurs du site isolé. Le réseau en site isolé dispose alors de la somme des deux puissances.
Demande temporisée d'activation du générateur	Vous pouvez définir quels jours, à quelle heure et pendant combien de temps le gestionnaire de générateur demandera l'activation du générateur.
Demande d'activation du générateur en fonction du procédé de charge	Le générateur est sollicité en cas de charge complète et de charge d'égalisation. Vous pouvez définir si l'activation du générateur est demandée pour la charge complète, la charge d'égalisation ou les deux procédés.

### 5.4.3 Valeurs électriques limites pour le générateur

La configuration des valeurs électriques limites permet au gestionnaire de générateur d'empêcher une surcharge du générateur ou de détecter et de corriger un dysfonctionnement.

Valeur limite paramétrable	Explication
Courant maximal du générateur	Le gestionnaire de générateur limite l'absorption du courant du générateur à une valeur maximale paramétrable. Cela permet d'éviter la surcharge du générateur.
Fréquence de la tension du générateur	Les valeurs limites de la fréquence et de la hauteur de la tension du générateur photovoltaïque définissent la plage dans laquelle fonctionnent le Sunny Island et le générateur. Ces valeurs ont des conséquences directes sur la qualité de la tension sur le réseau en site isolé.
Hauteur de la tension du générateur	
Retour de puissance maximal du générateur	<p>Des retours de puissance peuvent se produire dans le générateur lorsque des sources AC sur le réseau en site isolé fournissent plus de courant que nécessaire. Le retour de puissance du générateur entraîne le générateur. En fonction du générateur, le retour de puissance provoque une coupure automatique, une instabilité ou la détérioration du générateur.</p> <p>Vous pouvez configurer la puissance active et la durée admissible pour le retour de puissance. Si le retour de puissance dépasse les valeurs limites, le gestionnaire de générateur déconnecte le générateur du réseau en site isolé. Cela protège le générateur.</p>

### 5.4.4 Temps de marche du générateur

Les temps de marche du générateur spécifient des intervalles de fonctionnement du générateur. Ils sont interrompus uniquement en cas d'erreur. Le gestionnaire de générateur peut ainsi exploiter le générateur avec le moins d'usure et le plus d'efficacité énergétique possible. L'efficacité énergétique augmente lorsque le gestionnaire de générateurs exploite un générateur en marche avec un rendement élevé le plus longtemps possible.

Vous pouvez adapter et optimiser les temps de marche au générateur et aux besoins sur le réseau en site isolé.

Temps de marche du générateur	Explication
Temps de chauffe	Pour ne pas solliciter le générateur à froid, le générateur chauffe pendant le temps de chauffe. Le temps de chauffe réduit l'usure du générateur. Après écoulement du temps de chauffe, le Sunny Island commute le réseau en site isolé sur le générateur.
Temps de marche minimum	Après le temps de chauffe, le temps de marche minimum débute. Pendant le temps de marche minimum, le générateur fournit du courant électrique pour charger la batterie et alimenter les appareils consommateurs. Le temps de marche minimum empêche le générateur d'être soumis à des temps de marche courts.
Temps de marche à vide	Une fois le temps de marche minimum écoulé et la cause de la demande d'activation du générateur disparue, le gestionnaire de générateur déconnecte le générateur du réseau en site isolé. Après la coupure, le temps de marche à vide débute. Pendant le temps de marche à vide, le générateur fonctionne à vide et les consommables refroidissent lentement.
Temps d'arrêt minimum	Après le temps de marche à vide, le temps d'arrêt minimum débute. Pendant le temps d'arrêt minimum, le générateur reste à l'arrêt. Le gestionnaire de générateur empêche ainsi des démarrages fréquents du générateur. Des démarrages fréquents provoquent une usure plus rapide du moteur du générateur.



## 5.4.5 Modes de fonctionnement du générateur

Le gestionnaire de générateur différencie le mode de fonctionnement manuel et le mode de fonctionnement automatique du générateur.

### Fonctionnement manuel du générateur

En mode de fonctionnement manuel, vous pouvez à tout moment commander les générateurs à démarrage automatique et les générateurs avec commande externe à l'aide de l'interface utilisateur du Sunny Island. Pour commander le générateur, vous avez le choix entre les options suivantes :

- Démarrez le générateur sur le Sunny Island.  
Si vous démarrez le générateur manuellement sur le Sunny Island, vous devrez également l'arrêter manuellement.
- Arrêtez le générateur sur le Sunny Island.
- Démarrez le générateur sur le Sunny Island pendant une heure.  
Vous n'avez alors pas besoin d'arrêter le générateur. Le générateur fonctionne pendant 1 heure.

### Fonctionnement automatique du générateur

En mode de fonctionnement automatique, c'est le gestionnaire de générateur qui commande le générateur.

#### **i** Fonctionnement automatique du générateur et générateurs sans fonction de démarrage automatique

Le gestionnaire de générateur peut commander un générateur de signal à l'aide d'un relais multifonction. Le générateur de signal peut vous signaler quand démarrer et arrêter le générateur.

En mode automatique, le générateur peut être démarré et arrêté manuellement à tout moment. Lorsque le générateur est arrêté et que le temps d'arrêt minimum est écoulé, le mode automatique se poursuit.

## 5.4.6 Déroulement opératoire de la commande du générateur

### 5.4.6.1 Déroulement opératoire pour les générateurs à démarrage automatique

Événement ou état	Conséquence	Relais de transfert interne
Le gestionnaire de générateur demande l'activation du générateur.	Le Sunny Island lance le générateur.	Ouvert, le réseau en site isolé n'est pas relié au générateur.
Le générateur démarre.	La tension du générateur s'établit.  Le gestionnaire de générateur mesure le temps jusqu'à ce que la tension du générateur soit comprise entre les valeurs limites de tension et de fréquence paramétrées. Si une durée maximale est dépassée, le système annule le démarrage du générateur.	
La tension du générateur est comprise entre les valeurs limites de tension et de fréquence paramétrées.	Le gestionnaire de générateur lance le temps de chauffe.	
Le temps de chauffe est en cours.	-	
Le temps de chauffe se termine.	Le Sunny Island synchronise le réseau en site isolé avec la tension du générateur.	

Événement ou état	Conséquence	Relais de transfert interne
Le réseau en site isolé est synchronisé.	Le Sunny Island connecte le réseau en site isolé au générateur.	Fermé, le réseau en site isolé est relié au générateur.
Le réseau en site isolé est commuté sur le générateur.	Le générateur injecte du courant électrique dans le réseau en site isolé.  Le gestionnaire de générateur lance le temps de marche minimum.	
Le temps de marche minimum est en cours.	Même si le gestionnaire de générateur ne demande plus l'activation du générateur, le réseau en site isolé reste relié au générateur.	
Le temps de marche minimum se termine.	Si le gestionnaire de générateur continue à demander l'activation du générateur, le réseau en site isolé reste relié au générateur.	
Le gestionnaire de générateur ne demande plus l'activation du générateur.	Le Sunny Island alimente le réseau en site isolé et déconnecte le générateur du réseau en site isolé à vide.  Le gestionnaire de générateur lance le temps de marche à vide.	Ouvert, le réseau en site isolé n'est pas relié au générateur.
Le temps de marche à vide est en cours.	Pendant le temps de marche à vide, le gestionnaire de générateur ne peut pas demander à nouveau l'activation du générateur et le Sunny Island ne peut pas commuter à nouveau le réseau en site isolé sur le générateur.	
Le temps de marche à vide se termine.	Le Sunny Island arrête le générateur.  Le gestionnaire de générateur lance le temps d'arrêt minimum.	
Le temps d'arrêt minimum est en cours.	Le Sunny Island ne parvient pas à démarrer le générateur. Le démarrage manuel sur l'onduleur n'est pas non plus possible.  Le gestionnaire de générateur ne peut pas demander l'activation du générateur.	
Le temps d'arrêt minimum se termine.	Le gestionnaire de générateur peut demander l'activation du générateur.  Le générateur peut être démarré depuis le Sunny Island.	

### 5.4.6.2 Déroulement opératoire pour les générateurs sans fonction de démarrage automatique

Événement ou état	Conséquence	Relais de transfert interne
Le gestionnaire de générateur demande l'activation du générateur.	Le Sunny Island commande un générateur de signal. Le générateur de signal vous indique que vous devez démarrer le générateur.	Ouvert, le réseau en site isolé n'est pas relié au générateur.
Vous démarrez le générateur (par exemple à l'aide d'un câble).	Le générateur démarre.	
	La tension du générateur s'établit.	
Fermez l'interrupteur-sectionneur entre le générateur et le Sunny Island.	Le générateur est relié au Sunny Island.	
La tension du générateur est comprise entre les valeurs limites de tension et de fréquence paramétrées.	Le gestionnaire de générateur lance le temps de chauffe.	
Le temps de chauffe est en cours.	-	
Le temps de chauffe se termine.	Le Sunny Island synchronise le réseau en site isolé avec la tension du générateur.	

Événement ou état	Conséquence	Relais de transfert interne
Le réseau en site isolé est synchronisé.	Le Sunny Island connecte le réseau en site isolé au générateur.	Fermé, le réseau en site isolé est relié au générateur.
Le générateur est mis en circuit.	Le générateur injecte du courant électrique dans le réseau en site isolé.  Le gestionnaire de générateur lance le temps de marche minimum.	
Le temps de marche minimum est en cours.	Même si le gestionnaire de générateur ne demande plus l'activation du générateur, le générateur reste relié au réseau en site isolé.	
Le temps de marche minimum se termine.	-	
Le gestionnaire de générateur ne demande plus l'activation du générateur.	Le Sunny Island ne commande plus le générateur de signal. Le générateur de signal vous indique que vous devez déconnecter le générateur du Sunny Island.	
Ouvrez l'interrupteur-sectionneur entre le générateur et le Sunny Island.	Le Sunny Island ouvre le relais de transfert interne.	
	Le Sunny Island alimente le réseau en site isolé sans interruption.  Le gestionnaire de générateur lance le temps d'arrêt minimum.	
Le temps d'arrêt minimum est en cours.	Le Sunny Island ne détecte pas si vous démarrez à nouveau le générateur.	
	Le gestionnaire de générateur ne peut pas demander l'activation du générateur. Le générateur de signal n'est pas commandé.	
Vous arrêtez le générateur.	-	
Le temps d'arrêt minimum se termine.	Le gestionnaire de générateur peut demander l'activation du générateur.	
	Le Sunny Island détecte un démarrage du générateur.	

### 5.4.6.3 Déroulement opératoire des générateurs à commande externe

Événement ou état	Conséquence	Relais de transfert interne
Le gestionnaire de générateur demande l'activation du générateur.	Le Sunny Island signale à la commande externe qu'une demande d'activation du générateur a été exprimée.	Ouvert, le réseau en site isolé n'est pas relié au générateur.
La commande externe démarre le générateur.	La tension du générateur s'établit.	
Le temps de chauffe paramétré sur la commande externe du générateur débute.	Le gestionnaire de générateur mesure le temps jusqu'à ce que la commande externe signale au Sunny Island que le temps de chauffe est écoulé. Si une durée maximale est dépassée, le système annule le démarrage du générateur.	
La commande externe du générateur signale au Sunny Island que son temps de chauffe est correctement écoulé.		
Le Sunny Island synchronise le réseau en site isolé avec la tension du générateur.	-	
Le réseau en site isolé est synchronisé.	Le Sunny Island connecte le réseau en site isolé au générateur.	Fermé, le réseau en site isolé est relié au générateur.
Le réseau en site isolé est commuté sur le générateur.	Le générateur injecte du courant électrique dans le réseau en site isolé.  Le gestionnaire de générateur lance le temps de marche minimum.	
Le temps de marche minimum est en cours.	Même si le gestionnaire de générateur ne demande plus l'activation du générateur, le réseau en site isolé reste relié au générateur.	
Le temps de marche minimum se termine.	Si le gestionnaire de générateur continue à demander l'activation du générateur, le réseau en site isolé reste relié au générateur.	

Événement ou état	Conséquence	Relais de transfert interne
Le gestionnaire de générateur ne demande plus l'activation du générateur.	Le Sunny Island alimente le réseau en site isolé et déconnecte le générateur du réseau en site isolé à vide. Le gestionnaire de générateur signale à la commande externe que l'activation du générateur n'est plus demandée.	Ouvert, le réseau en site isolé n'est pas relié au générateur.
Le temps de marche à vide paramétré sur le gestionnaire du générateur débute.	-	
Le temps de marche à vide est en cours.	Pendant le temps de marche à vide, le gestionnaire de générateur ne peut pas demander à nouveau l'activation du générateur et le Sunny Island ne peut pas commuter à nouveau le réseau en site isolé sur le générateur.	
Le temps de marche à vide se termine.	La commande externe arrête le générateur. La commande externe du générateur signale au Sunny Island que la marche à vide est écoulée.	
Le gestionnaire de générateur lance le temps d'arrêt minimum.	-	
Le temps d'arrêt minimum est en cours.	Le Sunny Island rejette toute demande d'activation du générateur. Le démarrage manuel sur l'onduleur n'est pas non plus possible.	
Le temps d'arrêt minimum se termine.	Le gestionnaire de générateur peut demander l'activation du générateur. Le générateur peut être démarré depuis le Sunny Island.	

## 5.5 Informations supplémentaires sur le système de gestion du réseau

### 5.5.1 Fonctions du système de gestion du réseau

Le système de gestion du réseau remplit les fonctions suivantes :

- Le système de gestion du réseau détecte les pannes, les dysfonctionnements et le rétablissement du réseau électrique public.
- Le système de gestion du réseau commande le passage du mode de fonctionnement en site isolé au mode réseau.
- Le système de gestion du réseau commande le passage du mode réseau au mode de fonctionnement en site isolé.
- Si le réseau électrique public constitue une réserve d'énergie, le système de gestion du réseau met le réseau électrique public automatiquement en circuit en cas de besoin.

## 5.5.2 Dépendances pour la demande d'activation du réseau électrique public

Pour adapter le système de gestion du réseau aux besoins du système d'alimentation de secours, vous pouvez modifier les dépendances pour la demande d'activation du réseau électrique public.

Demande d'activation du réseau électrique public	Explication
Demande d'activation en fonction de l'état de charge	En fonction de l'état de charge de la batterie, le système de gestion du réseau demande l'activation du réseau électrique public pour la recharge de la batterie. Le système de gestion du réseau empêche ainsi que la batterie se décharge trop fortement. Remarque : vous pouvez par ailleurs paramétrer la demande d'activation en fonction de l'heure de la journée.
Demande d'activation en fonction de la charge	Si les besoins des charges électriques du réseau d'alimentation de secours dépassent un seuil paramétré, le système de gestion du réseau demande l'activation du réseau électrique public. Le réseau électrique public alimente alors les appareils consommateurs. La batterie est ainsi moins sollicitée.
Demande d'activation temporisée	Vous pouvez définir quels jours, à quelle heure et pendant combien de temps le système de gestion du réseau demandera l'activation du réseau électrique public.
Demande d'activation en fonction du procédé de charge	Vous pouvez définir si l'activation du réseau électrique public est demandée pour la charge complète, la charge d'égalisation ou les deux procédés.

## 5.5.3 Valeurs électriques limites pour le réseau électrique public

Si le réseau électrique public ne respecte pas les valeurs électriques limites, le système de gestion du réseau détecte une panne, un dysfonctionnement ou une surcharge du réseau électrique public.

Valeur limite paramétrable	Explication
Courant maximal du réseau	Le système de gestion du réseau limite l'absorption du courant électrique fourni par le réseau électrique public à une valeur maximale paramétrable.
Fréquence de la tension du réseau électrique public	Vous pouvez adapter les valeurs limites pour la fréquence et la hauteur de la tension aux normes et exigences en vigueur sur le site.
Hauteur de la tension du réseau électrique public	La fréquence et la hauteur de la tension sur le réseau électrique public ont des conséquences directes sur la qualité de la tension sur le réseau d'alimentation de secours. Si le réseau électrique public ne respecte pas les valeurs limites, le Sunny Island déconnecte le réseau électrique public du réseau de secours et passe en mode de fonctionnement en site isolé.
Retour de puissance maximal sur le réseau électrique public	En cas de retour de puissance, le système d'alimentation de secours injecte de la puissance dans le réseau électrique public. Les retours de puissance dans le réseau électrique public peuvent être provoqués en cours de fonctionnement par des sources AC. Vous pouvez configurer la puissance active et la durée admissible pour le retour de puissance. Si les valeurs limites ne sont pas respectées, le système de gestion du réseau déconnecte le réseau d'alimentation de secours.

## 5.5.4 Modes de fonctionnement du réseau électrique public

Le Sunny Island distingue les modes de charge et d'économie d'énergie (mode Silent).

### Mode de charge

Le mode de charge sur le réseau électrique public se caractérise par le fait que le Sunny Island charge la batterie ou reçoit la charge de la batterie.

## Mode d'économie d'énergie

En mode d'économie d'énergie, le Sunny Island est en veille et le réseau électrique public alimente les appareils consommateurs. Le Sunny Island quitte régulièrement le mode d'économie d'énergie afin de recharger la batterie. Si le Sunny Island est en mode d'économie d'énergie, une panne du réseau peut provoquer une courte panne du système d'alimentation de secours. Les appareils consommateurs ne sont alors plus alimentés pendant une courte période.

### 5.5.5 Déroulement opératoire de la commande du réseau

Événement ou état	Conséquence	Relais de transfert interne
Le système de gestion du réseau demande l'activation du réseau électrique public.	-	Ouvert, le réseau d'alimentation de secours n'est pas relié au réseau électrique public.
La tension du réseau est comprise entre les valeurs limites de tension et de fréquence paramétrées.	Pour que le système de gestion du réseau détecte une tension valide, la tension et la fréquence du réseau électrique public doivent être comprises entre les valeurs limites pendant une durée minimale.  Si le système de gestion du réseau détecte une tension valide, le Sunny Island synchronise le réseau d'alimentation de secours avec le réseau électrique public.	
Le réseau d'alimentation de secours est synchronisé.	Le Sunny Island commute le réseau d'alimentation de secours sur le réseau électrique public.	Fermé, le réseau d'alimentation de secours est relié au réseau électrique public.
Le réseau d'alimentation de secours est commuté sur le réseau électrique public.	Le réseau électrique public injecte du courant électrique dans le réseau d'alimentation de secours.	
Le système de gestion du réseau ne demande plus l'activation du réseau électrique public.	Le Sunny Island déconnecte le réseau d'alimentation de secours du réseau électrique public et continue d'alimenter le réseau électrique public.	Ouvert, le réseau d'alimentation de secours n'est pas relié au réseau électrique public.

## 5.6 Informations complémentaires sur les clusters

### Cluster dans des systèmes Single-Cluster monophasés

Type d'appareil	Types d'appareils possibles au sein d'un cluster	Explication
SI4.4M-12	-	Le type d'appareil SI4.4M-12 ne doit pas être utilisé dans le système Single-Cluster monophasé.
SI6.0H-12	SI6.0H-12 ou SI8.0H-12	Un cluster peut se composer d'appareils du même type ou des deux types. Si les deux types d'appareils sont utilisés au sein d'un cluster, le Maître doit être du type SI8.0H-12.
SI8.0H-12	SI6.0H-12 ou SI8.0H-12	



**Cluster dans des systèmes Single-Cluster triphasés**

Type d'appareil	Types d'appareils possibles au sein d'un cluster	Explication
SI4.4M-12	SI4.4M-12	Seul le type d'appareil SI4.4M-12 peut être utilisé au sein d'un cluster.
SI6.0H-12	SI6.0H-12 ou SI8.0H-12	Un cluster peut se composer d'appareils du même type ou des deux types. Si les deux types d'appareils sont utilisés au sein d'un cluster, le Maître doit être du type SI8.0H-12.
SI8.0H-12	SI6.0H-12 ou SI8.0H-12	

**Clusters dans des systèmes multicluster**

Type d'appareil	Types d'appareils possibles au sein d'un cluster	Explication
SI4.4M-12	-	Le type d'appareil SI4.4M-12 ne doit pas être utilisé dans le système multicluster.
SI6.0H-12	SI6.0H-12 ou SI8.0H-12	Dans un cluster, seuls des Sunny Island du même type d'appareil doivent être utilisés : SI6.0H-12 ou SI8.0H-12.
SI8.0H-12	SI6.0H-12 ou SI8.0H-12	

Si plusieurs clusters triphasés sont intégrés dans un système multicluster, une Multicluster-Box doit être sélectionnée (voir chapitre 3.3.3, page 14).

ENERGY  
THAT  
CHANGES

