

SITE ISOLÉ



Microgrid 1° partie

- Installations connectée au réseau (P. Canat – Fabien Vassenaix)
 - Sites isolés (F.-Vassenaix – D. Hilaire)
 - Dimensionnement Système Hybride (P. Canat, F. Vassenaix, P. Meilleur, Y Lembeye, D. Hilaire)
 - SAE Final
-

2X2h Cours

6X2h TD: initiation + Etude des maquettes de TP

3xTP Validation du fonctionnement

Maquette VICTRON

Maquette SMA

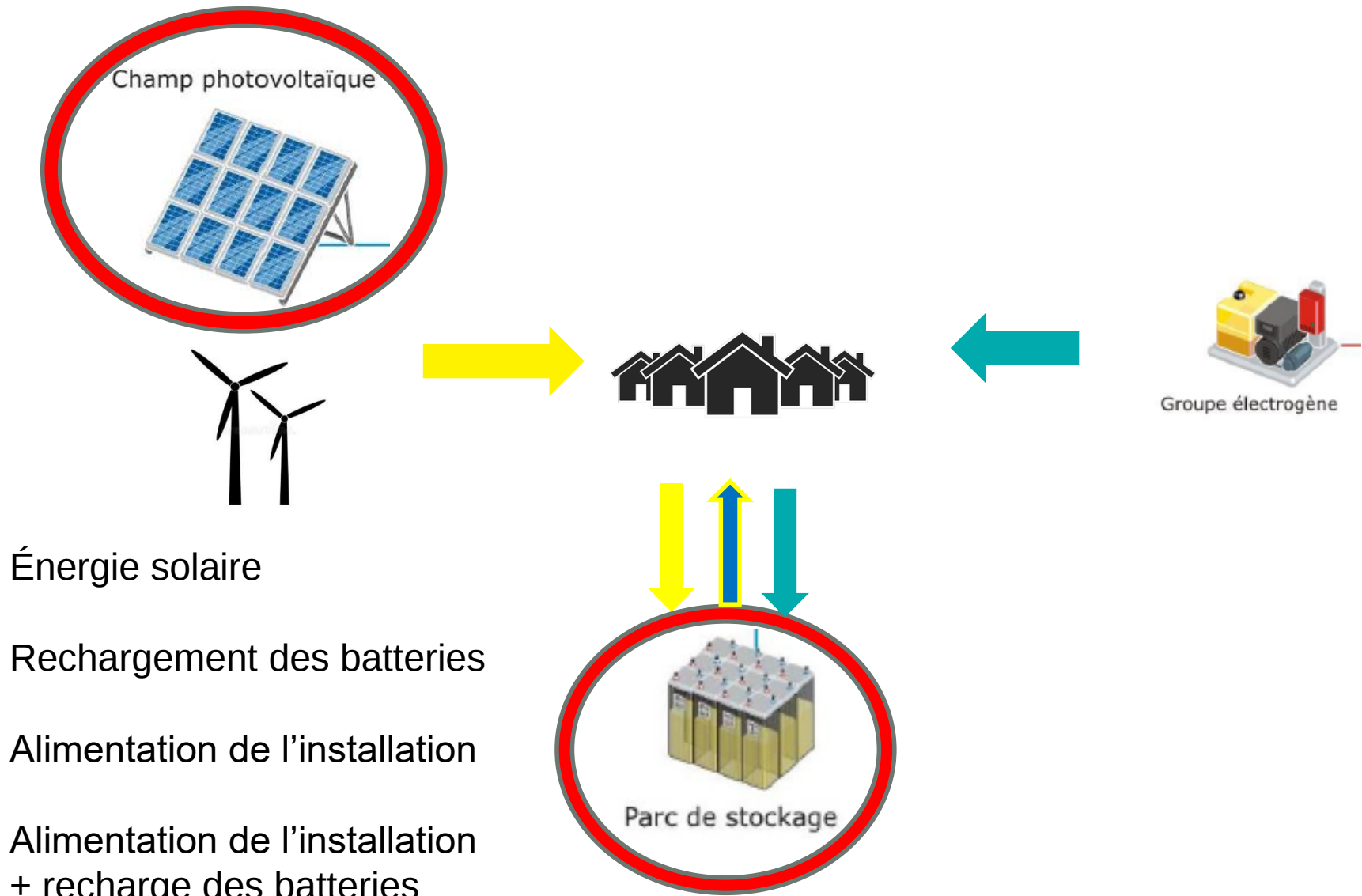
Système Villaya (si la météo le permet ou archelios)

Problématique

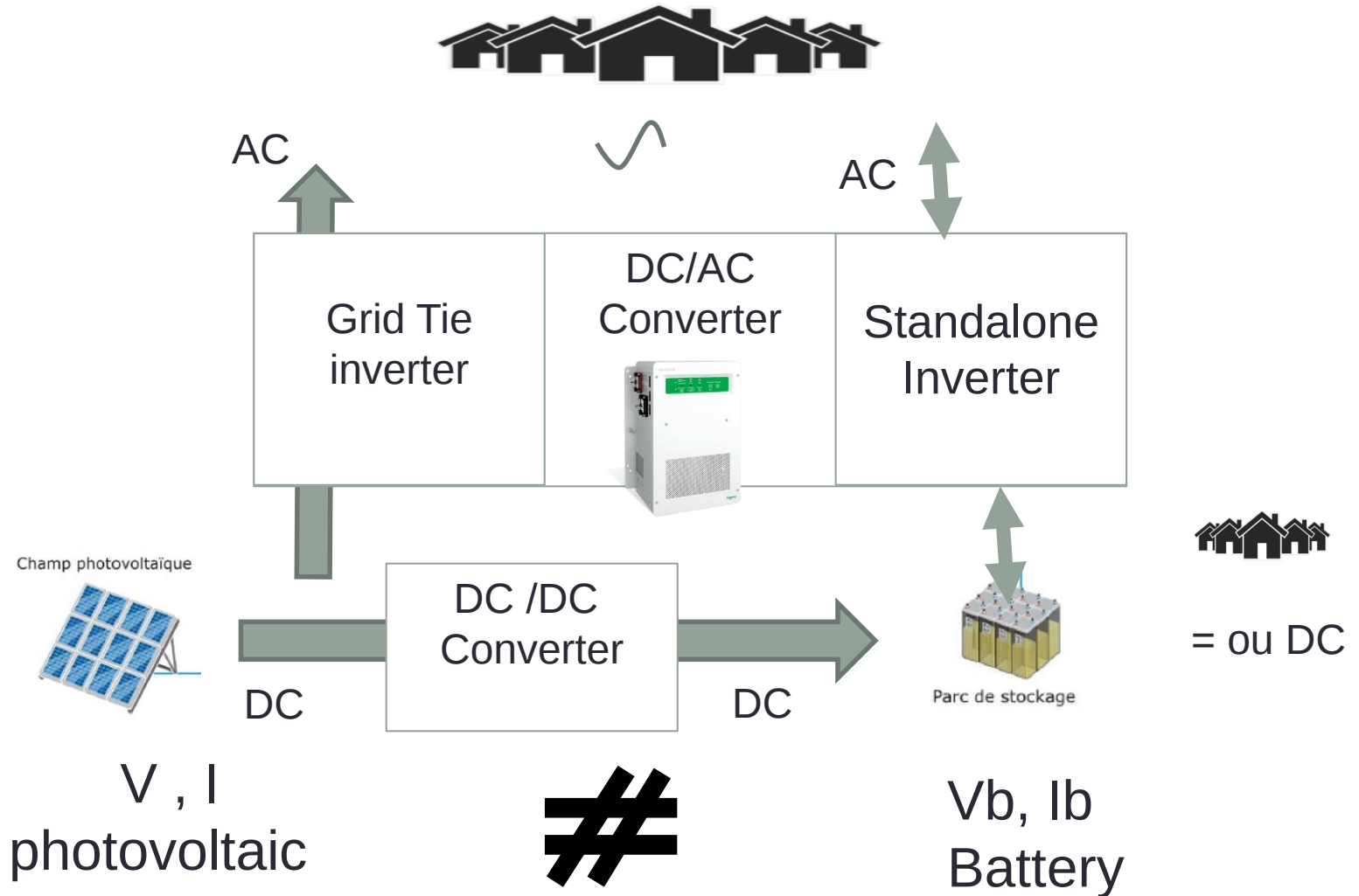
- 14% de la population n'a pas accès à l'énergie
 - Dans des zones rurales
 - Utilisation de l'énergie fossile néfaste pour l'environnement et la santé.
 - Développement d'un réseau « national » long et coûteux
- Des installations autonomes avec des sources solaires assurent une électrification propre et compétitive
- Interruption ou instabilité des réseaux de plus en plus fréquente
 - Phénomène climatique
 - Vieillessement des installations
- Des installations autonomes peuvent assurer une électrification flexible en lieu et place de groupe électrogène



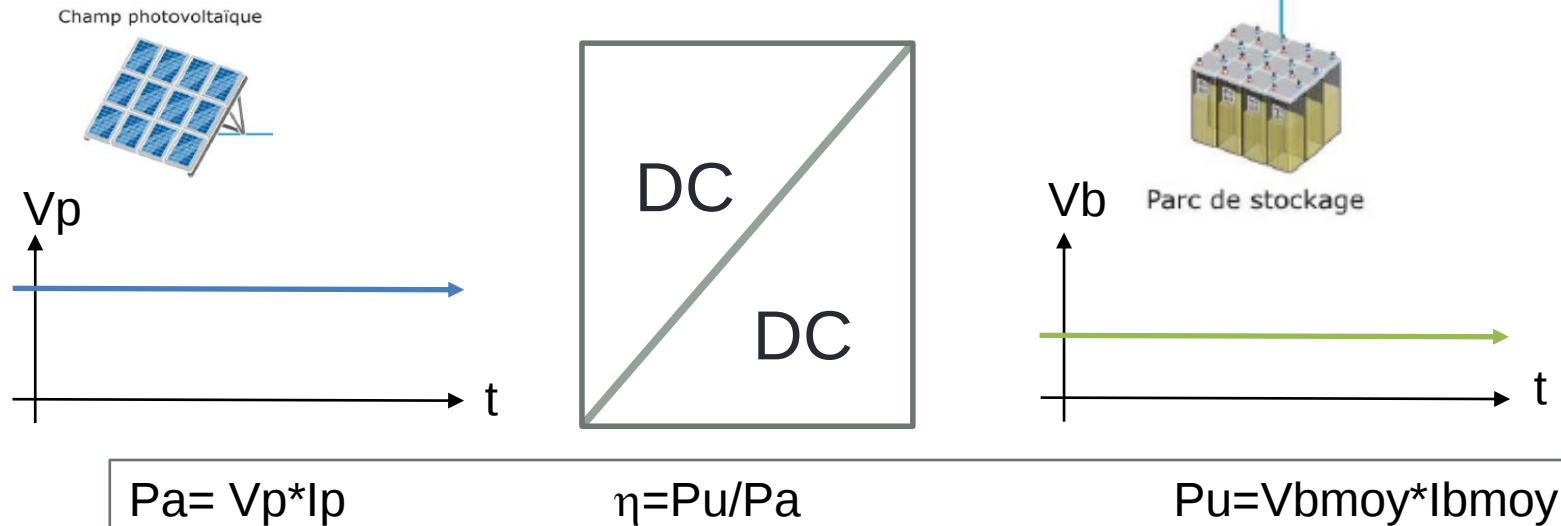
Les transferts d'énergie



Les convertisseurs

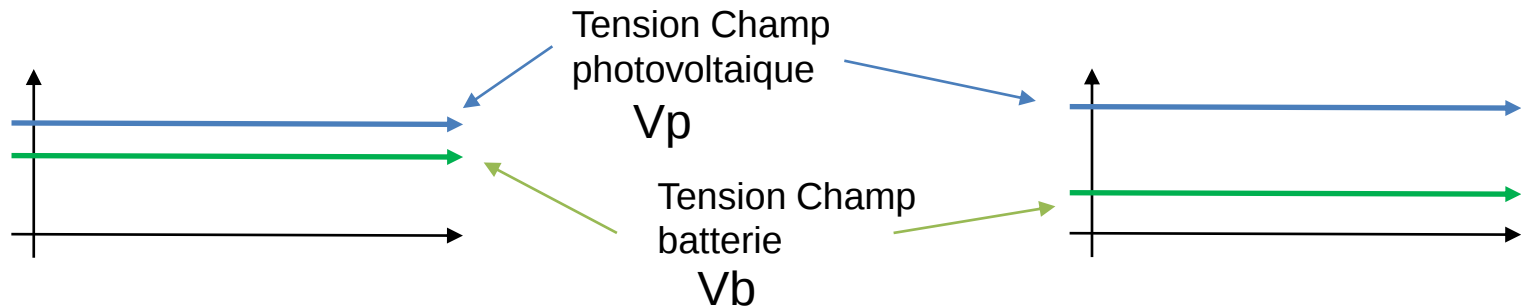


Le rôle du convertisseur DC/DC

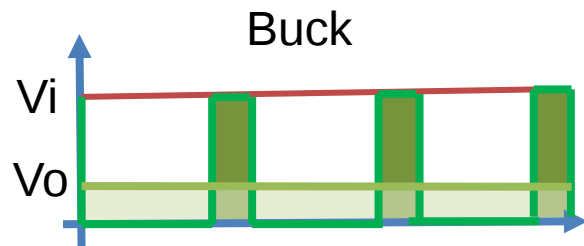
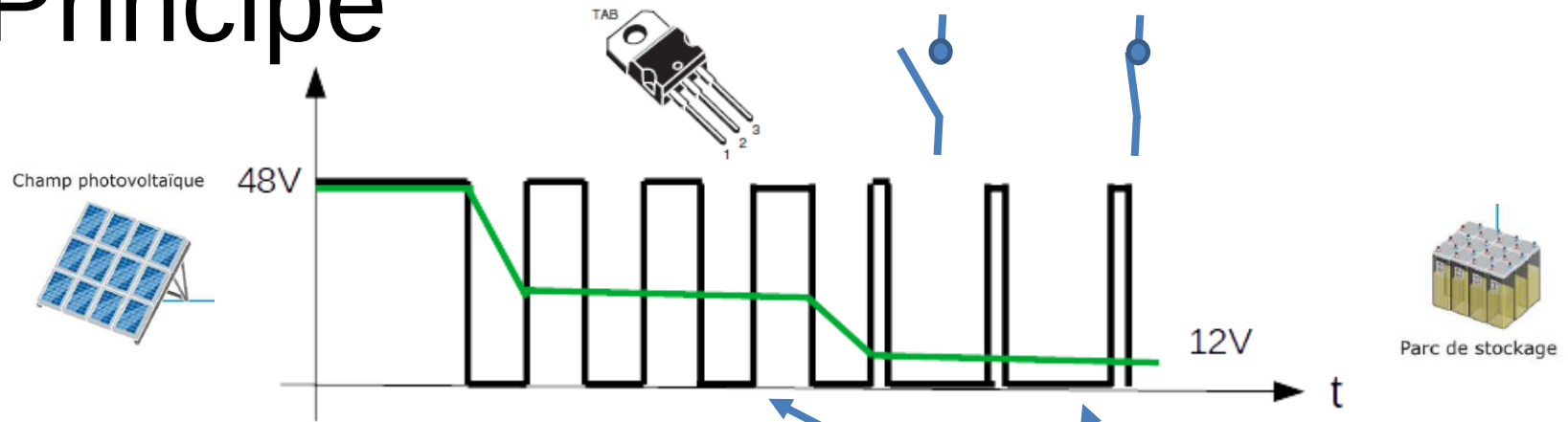


- « PWM »
 - Battery Load

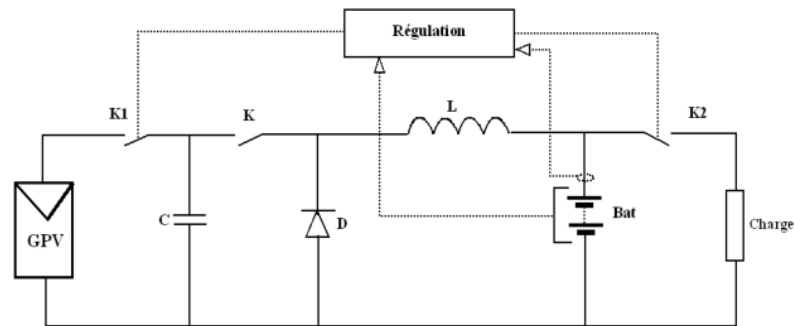
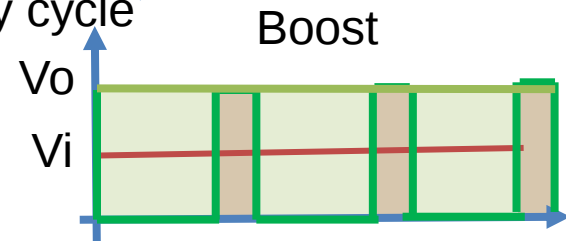
- « MPPT »
 - Battery Load.
 - Maximum power point tracking



Principe

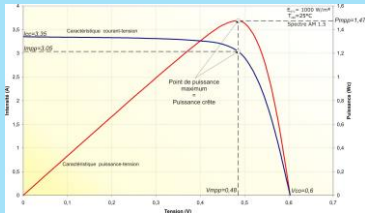


Fréquence- duty cycle

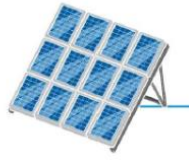


Le convertisseur AC/DC

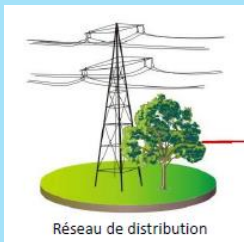
Onduleur réseau



Champ photovoltaïque



MPPT
Convertisseurs
DC/AC
Onduleur (Grid Tie)



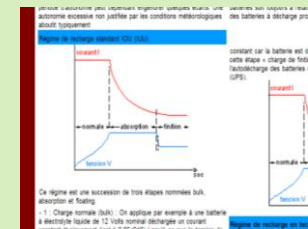
Réseau de distribution



Onduleur chargeur



Parc de stockage



Respecter la
courbe de
charge

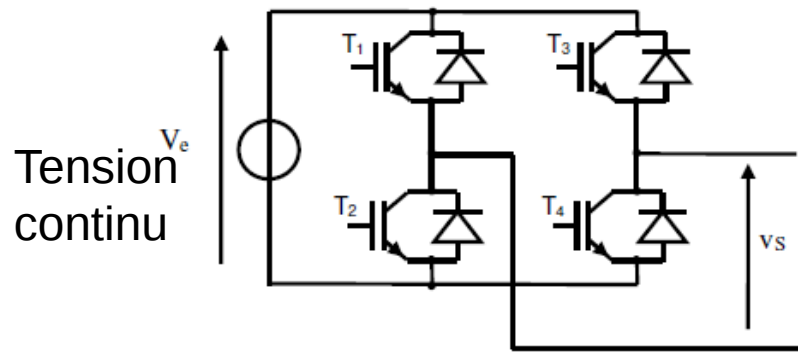
Onduleur
DC/AC
OFF GRID
Stand Alone

Chargeur
AC/DC

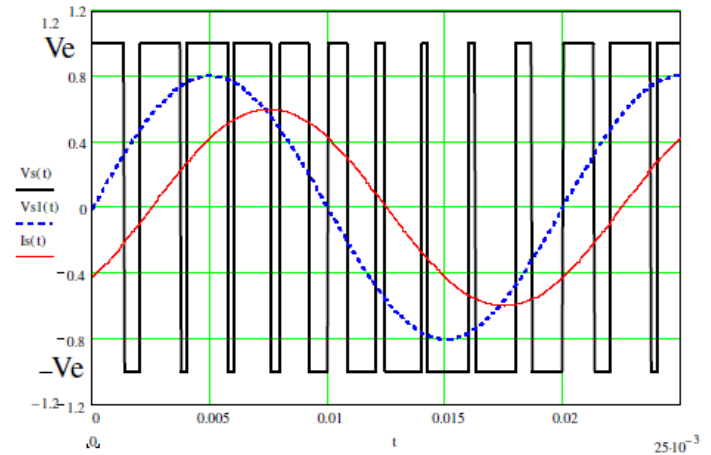
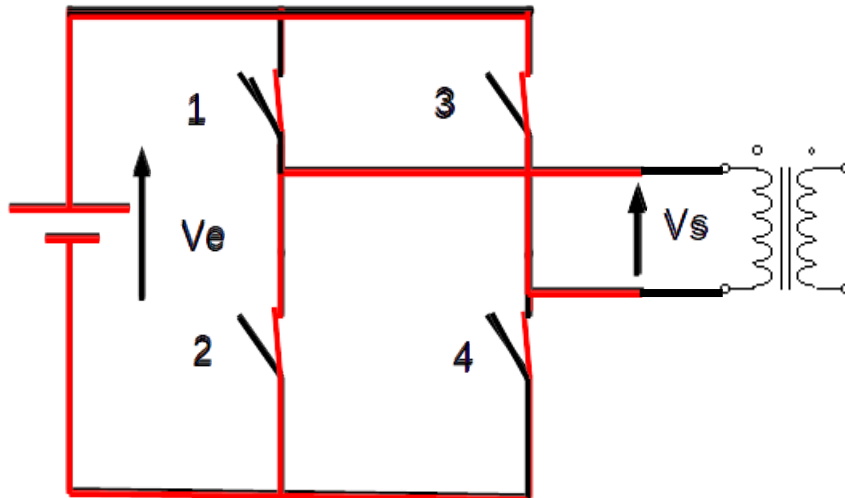
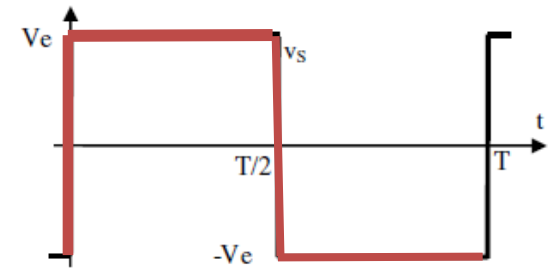


Groupe électrogène

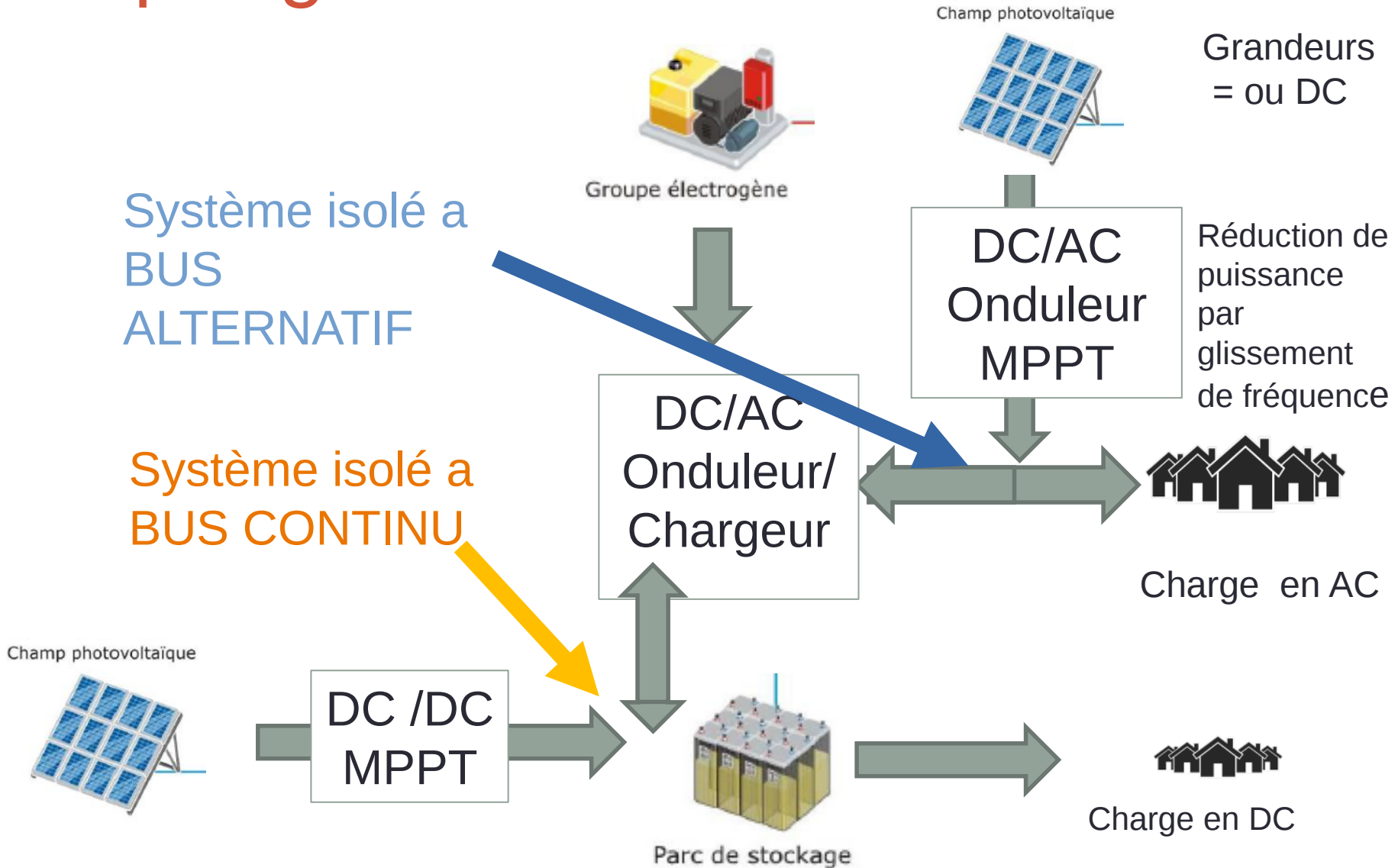
Principe



Tension alternative

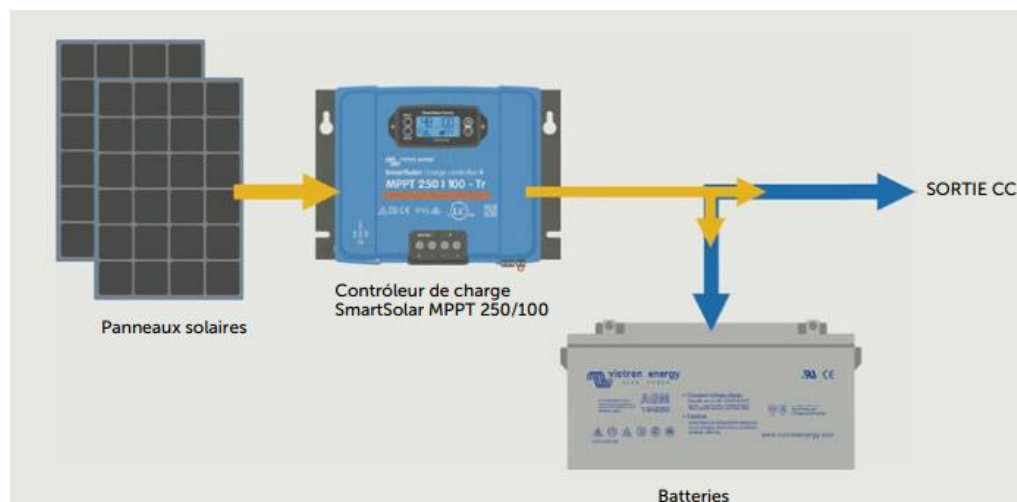


Topologie d'une installation isolée

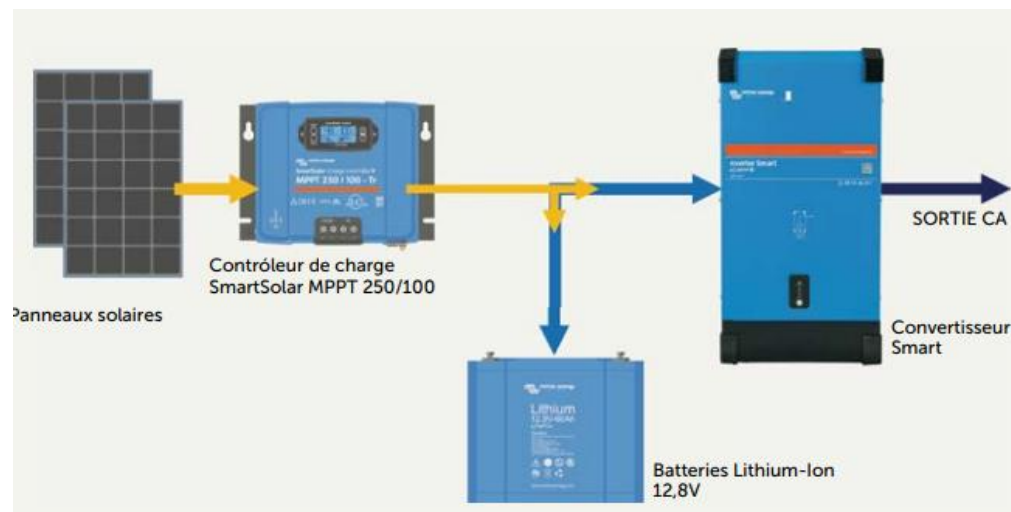


Différents type d'installation

Installation CC
(type camping
Car



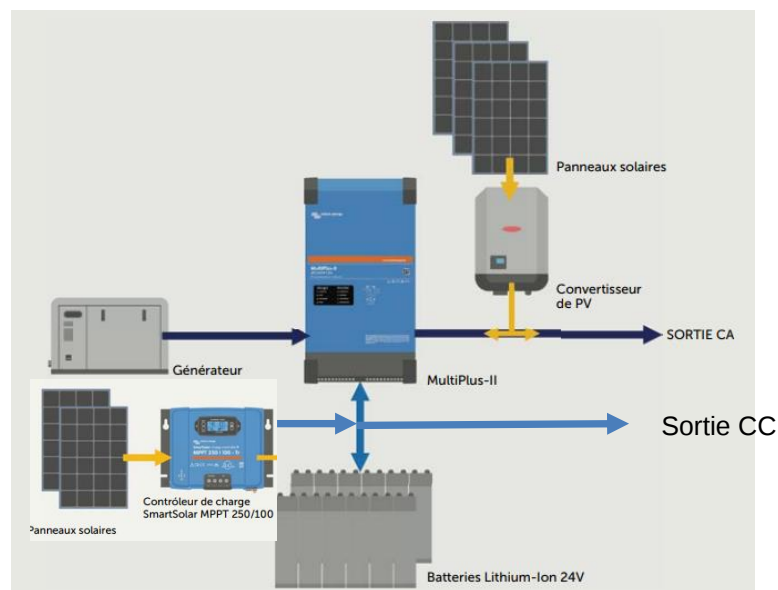
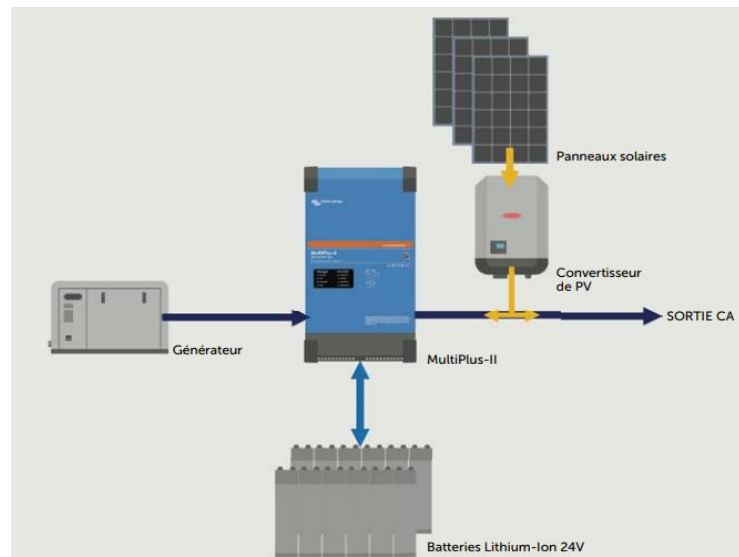
Installation AC
sur bus DC



Différents type d'installation

Installation AC sur bus AC

Installation AC et DC sur bus AC et DC



Dimensionnement d'un pack batterie sur un site isolé

$$Q_{bat} = \frac{N_{da} \times E_d}{U_{bat} \times DoD_{max} \times \eta}$$

- ▶ Q_{bat} : capacité de la batterie
- ▶ N_{da} : nombre de jours d'autonomie (sans production PV)
- ▶ E_d : besoins d'énergie par jour (y compris la consommation pendant la journée)
- ▶ U_{bat} : tension de la batterie
- ▶ DoD_{max} : profondeur de décharge max autorisée (depend de la technologie)
- ▶ η : efficacité de la batterie et de l'onduleur (à calculer en tenant compte du courant de décharge – souvent 0,9)

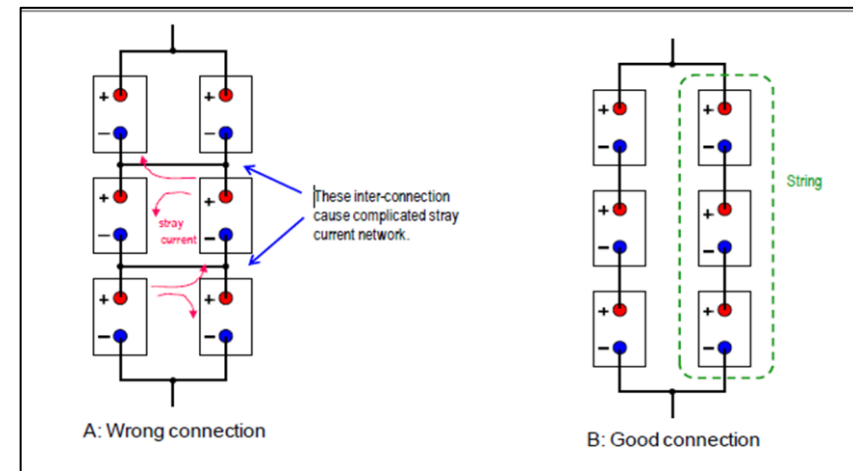
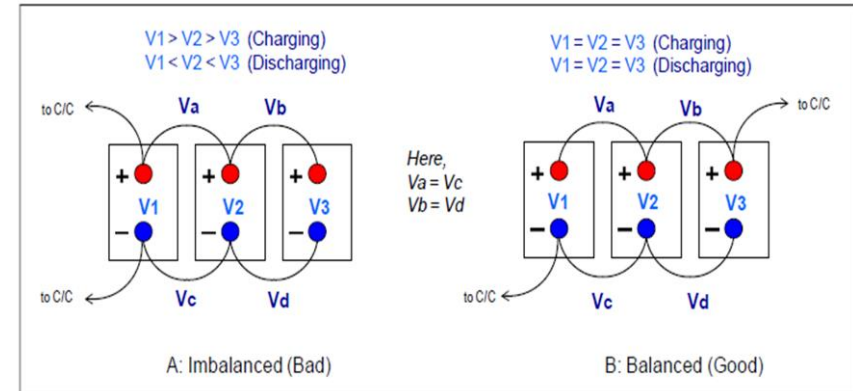
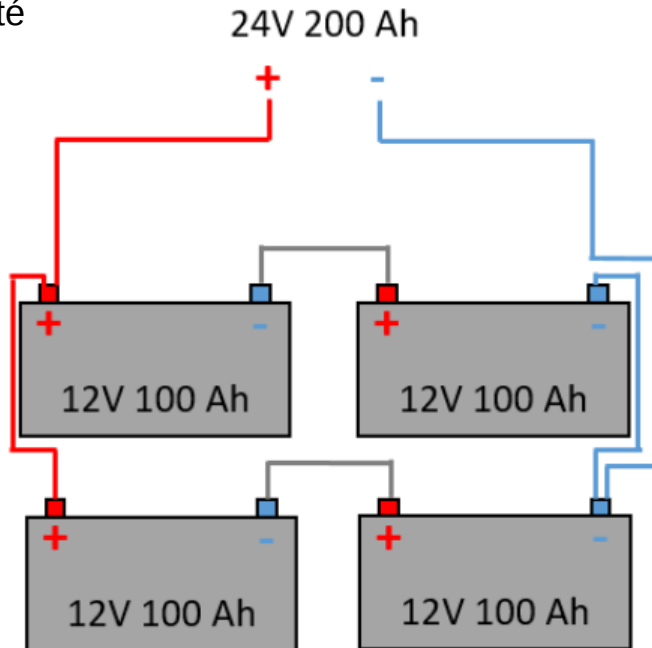
Choix du niveau de tension de la batterie

Indépendamment de la latitude, l'expérience montre que dans un système autonome bien conçu la capacité de la batterie est fonction de la puissance de crête installée

PV installé Puissance de crête	Vbatt	Capacité Charges non critiques	Capacité Charges critiques
Ppeak < qq 100 W	12 V	1 Ah en C100/Wc	2 Ah en C100/Wc
Ppeak < 4000 W	24 V	0,5 Ah en C100/Wc	1 Ah en C100/Wc
Ppeak > 4000 W	48 V	0,25 Ah en C100/Wc	0,5 Ah en C100/Wc

Constitution d'une batterie

- Connexion en série des cellules de la batterie pour augmenter la tension
- Connexion parallèle des batteries pour augmenter la capacité



Protection câble batterie

- ▶ Le câble batterie doit être dimensionner en fonction:
 - ▶ du courant de charge batterie pouvant être plus important que le courant d'utilisation ;
 - ▶ du courant de court-circuit potentiel de la batterie.
 - ▶ Il doit être protégé par un fusible
- ▶ Des mesures doivent être mises en œuvre pour s'assurer que les matériels alimentés en D.C. ne puissent être alimentés sous une tension supérieure à la tension maximale admissible après déconnexion de la batterie.
- ▶ Il est admis, conformément au paragraphe 434.3 de la NF C 15-100, de se dispenser de protection contre les courts-circuits si les deux conditions suivantes sont simultanément remplies :
 - ▶ la canalisation est réalisée de manière à réduire au minimum le risque d'un court-circuit(par exemple en utilisant des câbles mono-conducteurs d'isolement équivalent à la classe II) ;
 - ▶ la canalisation ne doit pas être placée à proximité de matériaux combustibles.

Protection par fusible

- Le courant conventionnel de fusion I_f

$$I_f < 1,45 \cdot I_z$$

(I_z est le courant maximum admissible par la canalisation)

calibre	courant de non fusion I_{nf}	courant de fusion I_f	temps conventionnel
$I_n < 5A$	$1,5 I_n$	$2,1 I_n$	1h
5 à 10A	$1,5 I_n$	$1,9 I_n$	1h
11 à 25A	$1,3 I_n$	$1,75 I_n$	1h
26 à 63A	$1,3 I_n$	$1,6 I_n$	1h
64 à 100A	$1,3 I_n$	$1,6 I_n$	2h

- Contrainte thermique

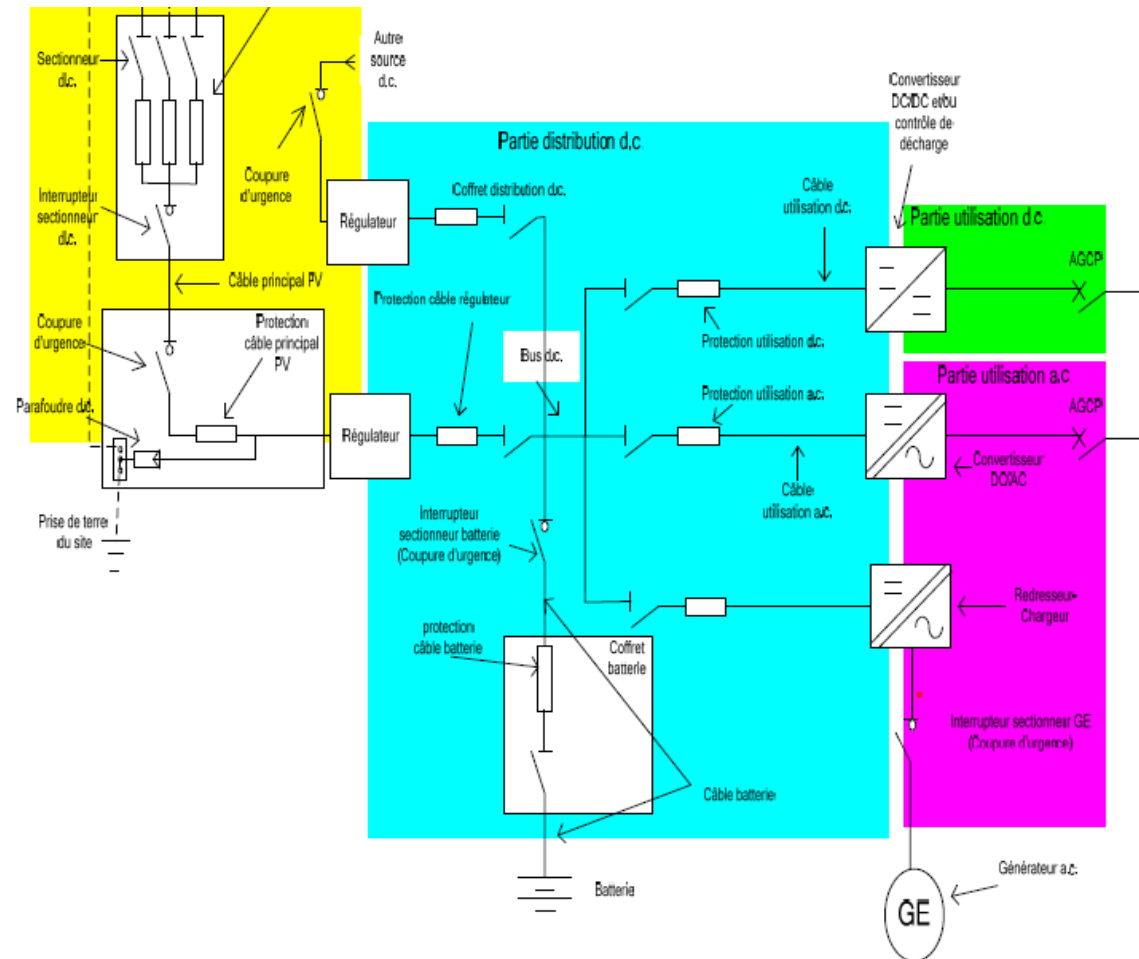
$$I^2 \cdot t < K^2 \cdot S_c^2$$

A vérifier pour les courants de court-circuit maximum et minimum

Protection du câble régulateur

- ▶ Le câble régulateur doit être protégé contre les courts-circuits susceptibles d'intervenir dans le régulateur et alimentés par la batterie. (soit par un fusible propre à ce câble soit par le fusible batterie)
- ▶ La protection contre les surintensités du câble régulateur doit être au plus près du bus d.c..
- ▶ le dimensionnement du dispositif de protection du câble régulateur doit tenir compte du courant de fonctionnement du régulateur :

Les protections



Puissance de l'installation photovoltaïque

Elle dépend

De la consommation d'énergie (B_j en Kwh)

Du coefficient de performance de l'installation photovoltaïque K_p

De la ressource solaire au point d'installation (E_{pv} en kWh/jour pour 1 kWp installé)

Degré de couverture solaire : part de l'énergie photovoltaïque dans l'approvisionnement énergétique d'un réseau en site isolé (Fraction solaire – S_f)

$$P_{pv} = B_j * S_f / (K_p * E_{pv})$$

Cette formule approximative doit être adaptée suivant

La présence d'un groupe électrogène

Le jour choisit pour E_{pv} et B_j

Cette formule permet à la source photovoltaïque de couvrir les besoins. On peut surdimensionner le champs pour pouvoir charger plus rapidement les batteries.

Puissance de l'onduleur StandAlone - remarques

La puissance de l'onduleur StandAlone doit permettre de passer les pointes de consommation. Par exemple, chez SMA
 $P_{\text{max-ond}} (30\text{min}) > P_{\text{max charge}}$

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 onduleurs StandAlone.
En cas d'utilisation de batteries au plomb (48V), la capacité de batterie doit être d'au moins 100 Ah par kWc du générateur photovoltaïque installé. Charge maxi en C5

En cas d'utilisation de batteries lithium-ion (48V), la capacité de batterie doit être d'au moins 50 Ah par kWc du générateur photovoltaïque installé. Charge maxi en C2,5

Exemple: Eco_Ferme



Consommation d'énergie de nuit

30kVA

Consommation d'énergie de jour

80kVA

Puissance de crête requise

28kVA

La consommation d'énergie quotidienne est calculée en faisant la somme de tous les consommateurs de jour et de nuit. Additionnez tous les watts des consommateurs utilisés simultanément pour calculer la puissance de crête nécessaire.

Dimensionnement

La production de légumes est améliorée en créant des conditions favorables la nuit. Une installation solaire thermique séparée assure le chauffage de la serre grâce à de l'eau chauffée par le soleil et stockée dans un réservoir de stockage de chaleur. Les autres consommateurs d'énergie, tels que les pompes, les lumières artificielles, les systèmes de traitement de l'eau et les ordinateurs qui contrôlent le processus.

Quattro 48/15000 inverter/charger is the heart of many global off-grid installations. Based on a 48V battery bank, three 15kVA Quattro's are installed in Three-phase and can continuously provide 45kVA with a peak power up to 75kW.



Batteries

Lithium: 60kWh - 6x BYD B-box Lithium battery modules:
Considering that the recommended Depth of Discharge will sit somewhere between 10 and 20%, an effective $\pm 50\text{kWh}$ of battery capacity can fully power this greenhouse 24/7. In this example, the day-time energy consumption is 80kWh, the night-time consumers total 30kWh. Since the day-time consumers are primarily powered through the AC-PV solar array, 50kWh of battery capacity is more than enough to assist for cloudy spells and take the installation through the night. Lithium was chosen because of its performance in high temperatures up to 55 degrees, optimal scalability, fast charging abilities and because of its 'maintenance free' factor which is welcomed especially at this remote

location.



Quand choisir un réseau de panneaux solaires CA-PV ou CC-PV ou les deux ?

Solaire couplé en courant continu ou CC-PV

DC solar chargers have a very high 98% efficiency from panel to the battery bank, which makes DC the excellent choice when most energy needs to be stored in the battery banks for the night consumers. Through an inverter such as the Quattro, day time consumers can be powered as well (inverter efficiencies of $\pm 96\%$ need to be taken into account). Victron Energy Solar chargers can bring (fully) depleted battery banks back to normal to automatically resume operations. This is critically important in lithium batteries, where self discharge loads can permanently destroy a battery.

Solaire couplé en courant alternatif ou CA-PV

AC solar inverters have a $\pm 94\%$ efficiency from panel directly to their AC output, which makes them more efficient to directly power heavy daytime-only consumers such as air conditioning or heavy kitchen/ office appliances and thus helps to increase the sustained and total kW power that the system can supply. Using AC-PV as the only charging source for the battery bank is not recommended due to efficiency and fail-safe reasons: AC-PV requires a grid to (re)start, which is why it cannot start itself when batteries are empty.

Champ photovoltaïque

Un système photovoltaïque hybride de 30 kVA CA combinés avec 8 kVA CC :

The power profile of this system is characterised by its relatively large day-time consumption of 80kWh together with a significant night-time power requirement of 30kWh. Power from a 8kVA DC-coupled solar array generating ± 32 kWh per day is harvested by 2 MPPT SmartSolar MPPT 250/70 VE.Can units to charge the battery bank with an extremely high efficiency of 99%. When the batteries are full, they provide the energy to help power the loads through the Quattro inverter.

la capacité globale est renforcée par l'ajout d'un réseau de panneaux solaires à couplage CA de 30 kVA, récolté par un convertisseur solaire CA Fronius 27 kW Eco, qui convertit directement l'énergie solaire en courant alternatif utilisable en temps réel



Groupe électrogène

The system has a fairly large solar array and battery bank to prevent power outages year-round. Since the vegetables will survive without a day of power, it is not seen as business critical compared to a fish-farm for instance. With data insights from VRM this can be closely monitored and if the need for a generator arises, the Quattro's second AC input ports easily accept AC input power from a generator and auto start/stop rules can easily be set.