

Chapitre3.

Dimensionnement des Batteries et des câbles

3.1 Introduction

3.2 Dimensionnement des batteries

3.3 Dimensionnement des câbles

3.4 Exemple d'application

3.1 Introduction

Dimensionnement des batteries (capacité) : elle dépend des consommations journalières, du nombre de jours d'autonomie, de la tension et du type de batterie utilisée. Elle s'exprime en Ah.

L'utilisation d'une batterie va permettre de palier aux problèmes des variations climatiques, sur une échelle allant de quelques minutes à quelques jours. Un certain nombre de paramètres entre en jeu dans le choix de la batterie. Ils sont aussi bien d'ordre technique qu'économique. Il faut également noter que la batterie est le composant le moins durable d'un système photovoltaïque. Il faudra donc le remplacer avant les panneaux.

3.2 Dimensionnement des batteries

3.2.1 Calcul de la capacité de la batterie

La capacité nominale pour un fonctionnement de N_{ja} jours et un besoin électrique journalier B_j est de :

$$C_u = N_{ja} * B_j / V$$

C_u : capacité utile de la batterie (Ah)

N_{ja} : nombre de jours d'autonomie sans apport solaire

B_j : besoin journalier (Wh)

V : tension de la Batterie

La capacité utile C_u n'est pas la capacité nominale C_{20} (pour une décharge de 20h à 25°C), mais la capacité réellement disponible sur le terrain à tout moment. Pour calculer la puissance nominale en fonction de cette capacité souhaitée, on doit tenir compte de la température et/ou de la profondeur de décharge autorisée.

3.2.2 Profondeur de décharge

Une batterie ne doit pas être déchargée en dessous d'un certain seuil sinon on risque de l'endommager.

Une batterie pleine à 70% est à une profondeur de décharge de 30% ($PD = 0,3$).

En pratique, en absence de problème de basses températures, et pour un usage normal, on appliquera un coefficient $PD = 0.7$ à 0.8 selon les modèles de batteries : **plutôt 0.7 pour les batteries qui supportent un faible nombre de cycles et plutôt 0.8 pour les batteries à fort nombre de cycles**. Si la batterie doit cycliser davantage, on pourra diminuer PD pour disposer d'une durée de vie supérieure. Au contraire, si la batterie a très peu de probabilité de se décharger on pourra prendre $PD = 0.9$ et même 1.

3.2.3 Effet de la température

Si l'application est amenée à fonctionner à basse température, ce sera la principale cause de réduction de capacité, car les réactions de charge et de décharge de l'accumulateur sont ralenties par le froid.

Pour déterminer la réduction de capacité qui en résulte, on aura besoin de courbes de décharge à différentes températures fournies par le constructeur de la batterie. En fonction de la température minimale que le système peut accepter, on va déterminer sur ces courbes le coefficient réducteur de capacité par la température R_T .

3.2.4 Calcul de la capacité avec les coefficients de réduction

Pour tenir compte à la fois des phénomènes de température et de profondeur de décharge maximale, on calcule la capacité nominale comme suit :

$$C_T = (N_{ja} * E_c) / (P_D * V_B * R_T)$$

C_T : capacité totale (Ah)

N_{ja} : nombre de jours d'autonomie sans apport solaire (jours)

E_c : Energie consommée journalière (Wh/jour)

P_D : profondeur de décharge maximale autorisée

R_T : coefficient réducteur de la température

V_B : tension de la Batterie

$$N_{BT} = C_T / C_B$$

$$N_{BS} = V_{sys} / V_B$$

$$N_{BP} = N_{BT} / N_{BS}$$

N_{BT} : nombre de batterie totale

C_B : Capacité de la batterie choisie

N_{BS} : nombre de batterie en série

N_{BP} : nombre de batterie en parallèle

3.3 Dimensionnement des Câbles

La plus part des installations photovoltaïques fonctionne sous une faible tension (12 à 48 Vcc) et courant relativement élevé. Or, les pertes en lignes sont proportionnelles au carré de l'intensité ($R I^2$ ou R est la résistance du câble considéré). [2]

Qu'il s'agisse du câble permettant de raccorder le panneau à la batterie, ou de celui permettant de raccorder la batterie aux appareils, il faut en calculer la section de façon à limiter les pertes en lignes. Celles-ci doivent être faibles par rapport à la puissance réellement transmise par la ligne, si possible inférieures à 04 ou 05 % de cette puissance. [1]

Lors de la phase de définition du système, on doit aussi se préoccuper du câblage, afin d'assurer une certaine cohérence. En effet, les chutes de tension dans les câbles peuvent être très pénalisantes. Il faut également s'assurer que les diamètres des câbles choisis soient compatibles avec les différents composants retenus. Le cas échéant, on pourra placer une boîte de jonction intermédiaire. Il est nécessaire de constituer un plan électrique global de l'installation avant de calculer toutes les sections des câbles. Il faut également avoir une idée assez précise de l'implantation physique des composants pour réduire les distances entre les composants du système photovoltaïque.

Pour le choix des sections des câbles, on pourra se servir du calcul de la chute de tension dans un conducteur, donnée par la loi d'Ohm :

$$\Delta V_{max} = R * I_{max} \quad \text{avec} \quad R = \rho * (L/s)$$

R : résistance (Ω) **s : section (mm^2) du conducteur**

$L = 2l$: longueur d'aller et de retour (m) **ρ : résistivité ($\Omega \cdot \text{m}$)**

Où on peut avoir la section : $S = (I_{max} * \rho * l) / \Delta V_{max}$

$I_{max} = N_{pp} * I_{cc}$ où $I_{max} = I_{syst} = N_{pp} * 1.2 * I_{op}$

$\Delta V_{max} = K * V_{syst}$ $K = 2\% : 5\%$ $K = 3\%$

3.5 Exemple d'application

Capacité de la batterie :

$$C_{Batt} = \frac{3000}{0,7 \times 12} = 357,14 \text{ Ah}$$

(et cela pour une autonomie d'une journée)

357,14 Ah \sim 360 Ah

ex: Batterie en stock : 180 Ah et pour une autonomie de trois (03) jours

$$C_{Batt} = 360 \times 3 = 1080 \text{ Ah}$$

$$N^{bra} \text{ Batterie} = \frac{1080}{180} = 06 \text{ Batteries de } 180 \text{ Ah}$$

Soit une installation alimentant une batterie de tension nominale 12 V à partir d'un panneau 12 V/160 Wc.

Il s'agit de calculer la section de câble permettant de limiter à 0.48 V (4% de la tension nominale) la chute de tension maximale dans le câble de liaison, le panneau et la batterie étant distant de 15 mètres environ.

Le courant maximal qui sera délivré à la batterie est donc de l'ordre de 10A (160 W maximal) sous une tension optimale de 14 V environ.

La résistivité du cuivre est de $1.8 \cdot 10^{-8} \Omega/m$. Si on appelle ΔU_{max} la chute de tension maximale, elle s'écrit en fonction du courant I_{max} :

$$\Delta U_{max} = R \times I_{max} \quad (1.15)$$

La résistance R est fonction des paramètres constitutifs du câble selon la formule :

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1.16)$$

$$\text{la résistance } (\Omega) = \frac{[\text{la résistivité } (\Omega \cdot m) \times \text{la longueur du câble } (m)]}{\text{la section } (m^2)}$$

$$R = \frac{\Delta U_{max}}{I_{max}} = \rho \frac{l}{S} \quad (1.17)$$

Qui permet de tirer la section du câble S :

$$S = \frac{I_{max}}{\Delta U_{max}} \times \rho l \quad (1.18)$$

Soit dans l'exemple traité $S=11.25 \text{ mm}^2$. Il est donc nécessaire d'utiliser du câble de section au moins égale à 12 mm^2 .

La section du câble devient vite très importante et donc son prix aussi. Il est par conséquent, nécessaire de faire un compromis entre un coût raisonnable du câble, et les pertes en ligne (afin de ne pas sur-dimensionner le panneau).