



# Cuisson solaire photovoltaïque sans batteries avec des résistances céramiques

Sommaire général de la documentation:

[Présentation générale du cuiseur solaire photovoltaïque](#)  
[Conception générale du cuiseur](#)  
[1ère partie Cuiseur à commande manuelle : construction](#)  
[2ème partie Cuiseur à commande manuelle : annexes](#)  
[3ème partie Cuiseur à commande automatique : construction](#)  
[4ème partie Cuiseur à commande automatique : annexes](#)  
[5ème partie Renseignements d'ordre général](#)  
[6ème partie Eléments de conception](#)  
[7ème partie Chauffe eau solaire photovoltaïque](#)  
[8th part theory and video presentation](#) [EN]  
[9ème partie Bibliothèque](#) : au sujet des batteries ; panneau photovoltaïque sur poteau orientable ; cuiseur en tôle, etc..

Sites Web:  
[FR Français](#)  
[DE Deutsch](#)  
[EN English](#)  
[ES Español](#)

chaque partie fait l'objet d'un document PDF. Chaque partie a sa pagination propre.  
Les pieds de page précisent entre autres le nom de la partie, le numéro de page, la date de dernier accès pour révision, et éventuellement le nom du chapitre à l'intérieur de la partie.

-0-

## 9ème Partie :

### BIBLIOTHÈQUE

La bibliothèque rassemble quelques documents qui ne trouveraient pas directement leur place dans le site Web, mais qui peuvent être de quelque utilité pour qui s'intéresse à la cuisson solaire

Page

2 Chapitre I : Les batteries : quelques connaissances de base

Chapitre II : Installation d'un capteur photovoltaïque sur un poteau orientable



Chapitre III : Esquisse d'un cuiseur en tôle



# Chapitre I Les Batteries

## Quelques connaissances de base

Page

2	Section I : Batteries Gel, Introduction
	Section II : Batteries gel, documents de référence
	Section III Batteries Lithium, introduction
	Section IV Batteries Lithium, quelques documents
	Section V Chargeurs, et contrôle de la décharge
	Section VI Batteries et Dangerosité

### Section I Batteries gel, Introduction

Il n'est question ici que de batteries telles qu'on peut les trouver usuellement dans les installations solaires ; les batteries gel sont des batteries au plomb ; elles diffèrent des anciennes batteries acide-plomb en ce que l'acide est enfermé dans un gel, et de ce fait elles sont dites étanches, et sans entretien.

On présente ici quelques notions de base, mais l'essentiel des informations est à collecter par exemple dans les documents référencés en Section II.

#### Stockage d'électricité et réaction chimique

Une batterie ne stocke pas d'électricité, elle stocke de l'énergie chimique.

Lors de la charge, l'électricité provoque une réaction chimique entre les différents matériaux contenus dans la batterie, et lors de la décharge il se produit une réaction inverse.

Il s'ensuit de nombreuses conséquences.

- la réaction chimique a certaines exigences , il lui faut notamment du temps pour que les éléments chimiques se combinent correctement entre eux. Une réaction chimique qui s'effectue trop rapidement ou dans de mauvaises conditions entraîne un vieillissement prématuré des matériaux.
- la réaction chimique produit de la chaleur, tant à la charge qu'à la décharge. Or cette énergie thermique ne peut que provenir de l'énergie contenue dans la batterie ; il en résulte une perte de rendement d'autant plus élevée que la charge ou la décharge sont puissantes ; il en résulte aussi un vieillissement prématuré de la batterie, voire même à l'extrême destruction et incendie.

#### Le coefficient C (loi de Peukert)

La capacité disponible d'une batterie dépend de la quantité d'énergie qu'elle contient, mais elle dépend aussi de la rapidité de la décharge : plus la décharge est rapide, plus la quantité totale d'énergie disponible pour l'utilisateur diminue. Sans chercher à donner les multiples raisons de ce phénomène, on peut l'imager ainsi : soient trois véhicules automobiles identiques possédant chacun 10 litres d'essence ; si l'un circule à 60 kmh, il parcourra plus de distance que celui qui roule à 110 kmh, qui parcourra plus de distance que celui qui circule à 140 kmh. Et tout conducteur d'un véhicule électrique sait pertinemment que s'il roule très vite, sa batterie lui permettra d'aller moins loin que s'il roule moins vite.

Lorsqu'on lit sur l'étiquette d'une batterie " 100 Ah ", cela signifie que cette quantité d'électricité de 100 Ah sera disponible sous réserve qu'elle soit prélevée sur une durée de 20 heures, au rythme régulier de  $100/20 = 5$  Ah. Cette valeur de 20 heures, dite  $C_{20}$  est une convention sans laquelle toute indication de capacité serait fantaisiste. La valeur  $C_{20}$  est valable pour la plupart des

batteries gel ; il existe aussi des batteries estampillées  $C_{10}$ . La valeur du coefficient C fait partie des spécificités d'une batterie, et figure en principe sur l'étiquette.

Noter que le coefficient des batteries lithium est 1. Le  $C_1$  des batteries au lithium est un grand avantage au regard du  $C_{20}$  des batteries gel.

Soit une batterie gel de 100 Ah  $C_{20}$  que l'on décharge totalement.

Temps de décharge en heures	Courant de décharge en Amperes	Quantité totale disponible en Ah	Coefficient de majoration à appliquer
20	5	100	1
10	9,2	92	1,09
5	17	85	1,18
1	65	65	1,54
0,5	110	55	1,82

Si l'on souhaite disposer de 100 Ah non pas en 20 heures mais en 1 heure, il faudra majorer la capacité de la batterie par un coefficient  $100/65 = 1,54$ .

Chaque constructeur indique les performances de ses batteries, mais d'une batterie gel à une autre, il ne semble pas y avoir de différences majeures.

### Durée de vie d'une batterie

La durée de vie dépend de très nombreuses variables, entre autres

-nombre de cycle et profondeur de décharge à chaque cycle ; par exemple :

500 cycles à décharge 80 %

750 cycles à décharge 50 %

1 800 cycles à décharge 30 %

- température ambiante, par exemple

température 20° C : 12 années de vie prévisibles

température 30° C : 6 années

température 40° C : 3 années

- les décharges profondes à répétition peuvent achever une batterie en quelques mois.

C'est là un point extrêmement délicat. Qu'est-ce qu'une décharge profonde ? Quel est le risque d'une décharge profonde en cas d'utilisation de la batterie sans les précautions adéquates ?

Il est préférable de consulter la documentation fournisseurs sur ce sujet.

Ci contre : l'accessoire indispensable, à un ou deux €, à installer bien en vue



## Etat de charge d'une batterie

En première approche, l'état de charge d'une batterie est connu en mesurant la tension à ses bornes. Voici un tableau à partir des indications de deux fabricants différents. Les valeurs varient quelque peu, mais il y a accord sur la valeur de la tension à l'état de charge 50 %

Fabricant A		Fabricant B
Volt	charge	Volt
12,65	<b>100 %</b>	12,96
12,57	<b>90 %</b>	12,84
12,50	<b>80 %</b>	12,72
12,45	<b>70 %</b>	12,60
12,36	<b>60 %</b>	12,48
12,28	<b>50 %</b>	12,30
12,20	<b>40 %</b>	12,12
12,12	<b>30 %</b>	12,00
12,00	<b>20 %</b>	11,76
11,85	<b>10 %</b>	11,52
11,70	<b>0</b>	10,80

**Calcul " sur un coin de table " :** dimensionnement d'une batterie pour un cuiseur électrique de 300 Watt

On souhaite effectuer une cuisson d'une durée de 1 heure avec un réchaud électrique de 300 Watt fonctionnant sous 24 Volt

*Ampérage requis* sous une tension de 24 Volt :

**P** (puissance, en Watt) = **U** (tension, ou voltage, en Volt) x **I** (Intensité, ou Courant, ou Amperage, en Ampere)

$P = UI$  ; donc  $I = P/U = 300/24 = 12,5 \text{ A}$

*Consommation* : on suppose que le cuiseur fonctionne pendant une heure ; la batterie doit être capable de fournir 12,5 A pendant une heure, soit 12,5 Ah, sous 24 Volt

*Incidence du coefficient C* (loi de Peukert)

On applique un taux de majoration de 1,54 (difficilement négociable)

$12,5 \text{ Ah} \times 1,54 = 19,25 \text{ Ah}$

*Incidence du taux de décharge*

Afin de ménager la durée de vie de la batterie, on souhaite ne pas dépasser une profondeur de décharge de 50 % (quelque peu discutable); il convient donc de doubler la capacité de la batterie  $19,25 \text{ Ah} \times 2 = 38,5 \text{ Ah}$  sous 24 Volt

Conclusion : il faut disposer de deux batteries de 12 Volt /40 Ah accouplées en série.

NB Une fois la cuisson achevée, il faut recharger la batterie, alors que, le soleil permettant, un cuiseur avec résistances PTC pourra continuer à travailler. Et, cerise sur le gâteau, un cuiseur à résistances PTC peut parfaitement fonctionner avec une batterie, et ensuite sans batterie. Ou l'inverse, bien sûr.

## Section II Batteries gel, quelques documents de référence

Voici un premier document généraliste et très abordable, publié par batterie-solaire.com :  
<https://www.batterie-solaire.com/guide-technique-batterie-plomb-materiels-solaires.htm>

Un autre document généraliste est disponible auprès de  
<https://batteryuniversity.com>

Voici ensuite trois documents de référence concernant les batteries gel :

a) un document émanant de guidenr.fr :

[http://www.photovoltaique.guidenr.fr/informations\\_techniques/batteries-acide-plomb/](http://www.photovoltaique.guidenr.fr/informations_techniques/batteries-acide-plomb/)  
ce guide était auparavant maintenu par l'Adème

b) un document émanant d'un constructeur

<https://www.power-sonic.com/wp-content/uploads/2018/12/Technical-Manual.pdf>

D'autres documents sont disponibles à l'adresse

<https://www.power-sonic.com/resource-center/>

c) un document émanant d'un installateur

<https://www.victronenergy.com/upload/documents/Book-%C3%89nergie-sans-limites-FR.pdf>

disponible également en Anglais

<https://www.victronenergy.com/upload/documents/Book-Energy-Unlimited-EN.pdf>

A l'adresse <https://www.victronenergy.com/support-and-downloads/technical-information>  
on a accès à une mine d'informations de première qualité.

On ne résiste pas à l'envie de citer l'auteur de " Energie sans limites ", dans son introduction, page 10 :

" J'aime les moteurs, et surtout les moteurs d'autrefois, sans fioritures électroniques. S'ils ne marchent pas correctement, on peut regarder, écouter, sentir et les démonter s'il le faut. Les pièces peuvent être remplacées, réparées ou révisées. Puis on assemble le tout, et ça marche à nouveau ! Avec une batterie, c'est impossible. La batterie est un produit mystérieux. De l'extérieur, on ne peut rien savoir sur la qualité, le vieillissement éventuel ou l'état de charge. Il n'est même pas possible de la démonter pour évaluer le vieillissement interne. Ouvrir en la sciant serait possible, mais la batterie serait alors définitivement inutilisable ; seulement des spécialistes peuvent en analyser le contenu pour éventuellement connaître la cause du problème.

Si une batterie ne marche plus correctement, elle doit être remplacée. La réparer est impossible. "

## Section III Batteries au Lithium : Introduction

Concernant les batteries au lithium, on ne dispose pas d'informations aussi complètes et aussi bien établies que pour les batteries classiques . Peut-être est-ce parce que le domaine est nouveau, et qu'il y a une diversité de batteries au lithium ? L'introduction présente quelques notions de base, mais l'essentiel des informations est à collecter par exemple dans les documents référencés en Section IV

**Les batteries au lithium sont plus denses énergétiquement** que les batteries plomb, mais cet aspect ne concerne pas directement la cuisson solaire.

**Le coefficient C (loi de Peukert) est de 1**, ce qui est un avantage certain. Une batterie lithium de 100 Ah délivrera effectivement 100 A en une heure. Comme pour les batteries gel, une décharge plus rapide aura des effets sur la quantité d'énergie disponible, mais dans notre cas de figure cela ne nous concerne pas.

### Le Battery Manager System

Dans la gamme de puissance qui nous intéresse, les batteries au lithium sont équipées d'un Battery Manager System plus ou moins sophistiqué, qui contrôle en permanence l'état de charge ou de décharge de la batterie, et tous les éléments nécessaires à sa bonne conduite. Entre autres, le BMS interrompt la décharge avant un seuil de tension critique pour la batterie (de l'ordre de 2,7 à 3 Volt par élément).

Voir par exemple la présentation du système de gestion des batteries (BMS) de Victron Energie <https://www.victronenergy.fr/upload/documents/Datasheet-BMS-overview-FR.pdf>

le dispositif BMS peut même être remplacé en cas de panne, voir par exemple [https://www.victronenergy.com/upload/documents/Lithium\\_Battery\\_Smart\\_-\\_Circuit\\_Board\\_Replacement\\_Instructions/123901-Lithium\\_Battery\\_Smart\\_circuit\\_board\\_replacement\\_instruction-pdf-en.pdf](https://www.victronenergy.com/upload/documents/Lithium_Battery_Smart_-_Circuit_Board_Replacement_Instructions/123901-Lithium_Battery_Smart_circuit_board_replacement_instruction-pdf-en.pdf)

Noter que même les petites batteries au lithium dites " batterie de secours pour téléphones " sont équipées d'un BMS : la conduite des batteries au lithium est trop délicate pour qu'elle soit entièrement confiée à l'utilisateur.

On retiendra que les batteries au lithium sont des dispositifs sophistiqués, tant du point de vue hardware que du point de vue électronique.

**Calcul " sur un coin de table " : Quelle batterie au lithium choisir pour le cuiseur de 300 W évoqué ci dessus ?**

Le besoin pour le cuiseur était fixé à 12,5 Ah pendant 1 heure sous 24 Volt

Il n'y a pas lieu de tenir compte du coefficient  $C_1$

Il reste à tenir compte du taux de décharge admissible. A quel taux de décharge le BMS va-t-il interrompre le processus de décharge ?

Je suis incapable de fournir un taux en connaissance de cause.

Je me risque - pour ne pas rester trop frustré – à retenir l'hypothèse d'un taux de décharge de 85 %, à vérifier.

$12,5 \text{ Ah} \times 0,85 = 14,7 \text{ Ah}$  . Deux batteries au lithium 12 Volt de 15 Ah seraient dans notre cas équivalentes à deux batteries gel 12 Volt 40 Ah - la calcul est à confirmer.

Comme pour la batterie plomb-gel, une fois la cuisson achevée, il faut recharger la batterie, alors que, le soleil permettant, un cuiseur avec résistances PTC (qui peut aussi fonctionner sur batterie) pourra continuer à travailler.

## **Section IV Batteries Lithium : quelques documents de référence.**

C'est seulement depuis quelques petites années que l'on dispose de documents solides sur les batteries au lithium

### **Publications de l'entreprise SAFT**

Au sujet de la sécurité du stockage ;

<https://www.saft.com/media-resources/knowledge-hub/white-papers/safety-energy-storage>

et aussi

<https://www.saft.com/energizing-iot/lithium-ion-batteries-use-5-more-tips-longer-lifespan>

<https://www.saft.com/energizing-iot/impact-temperature-your-iot-application%E2%80%99s-power-consumption>

Charging your lithium-ion batteries: 5 expert tips for a longer lifespan

<https://www.saft.com/fr/node/64751>

**L'entreprise asiatique Tycorun** met à disposition plusieurs centaines d'articles concernant les batteries au lithium :

<https://www.tycorun.com/blogs/news>

par exemple ; <https://www.takomabattery.com/discharge-current/>

**Power Sonic** publie plusieurs documents sur les batteries au lithium

<https://www.power-sonic.com/resource-center/> puis rubrique " white papers and guides "

<https://www.power-sonic.com/batteries/lithium/>

<https://www.power-sonic.com/wp-content/uploads/2019/04/Lithium-Vs-lead-acid.pdf>

## Section V Contrôleurs de charge et protecteurs de batterie.

### Les contrôleurs de charge

Dans le cas d'une alimentation de la batterie par des panneaux photovoltaïques, le contrôleur de charge doit tenir compte de l'état de charge de la batterie, mais il lui revient aussi d'optimiser le flux solaire. Deux méthodes sont possibles pour cette optimisation : MPPT ou PWM ; sur le choix d'une des deux , voir l'article

<https://www.victronenergy.com/upload/documents/Technical-Information-Which-solar-charge-controller-PWM-or-MPPT.pdf>

Ce sont des dispositifs électroniques de puissance : l'ensemble du flux provenant du panneau est manipulé pour être adapté au besoin du moment. Voir par exemple : les contrôleurs de charge Victron <https://www.victronenergy.fr/solar-charge-controllers>

Dans les petites puissances égales ou inférieures à 20 A, le contrôleur de charge contrôle aussi la décharge, il peut même la déconnecter si jamais la charge de la batterie est trop faible.

### Les protecteurs de batterie

Pour les puissances supérieures à 20 A, la décharge peut (mais rien n'indique que ce soit obligatoire...) être contrôlée par un protecteur de batterie. Le propos est d'éviter entre autres les décharges profondes, source de vieillissement prématuré des batteries. Il existe plusieurs sortes de protecteurs, plus ou moins sophistiqués, avec des écrans d'affichage, des systèmes blue tooth de transmission d'information et d'alarme, etc.... Dans le cas de batteries au lithium, les protecteurs de batterie agissent en plus du système BMS interne à la batterie.

0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-

Et en conclusion, que faut-il penser de cette annonce commerciale, sur un des plus importants sites de e-commerce, qui inonde le monde entier ?



Cuisinière solaire 12V dc plaque chauffante à énergie solaire 400W  
Parfait pour solaire, voiture, camion, VR ~~~~



## Section VI Batteries et dangerosité

" La dangerosité d'un récipient dépend de la quantité d'énergie potentielle qu'il contient ", que ce soit du gaz, de la vapeur, de l'électricité sous forme d'énergie chimique, ou des cartouches de dynamite emballées dans du papier.

La dangerosité dépend aussi de la rapidité avec laquelle cette énergie est libérée : du gaz-oil qui brûle n'a pas le même effet qu'une conduite de gaz qui explose.

Dans le cas d'une batterie, la libération brusque d'énergie peut provenir d'un court-circuit provoqué par exemple par un outil métallique qui malencontreusement tombe et reste sur les deux pôles de la batterie : l'outil s'échauffe, la batterie aussi, avec risque d'incendie et d'explosion. Une personne à proximité risque d'être brûlée ou blessée par l'explosion, ou par sa chute suite à un mouvement réflexe de recul, mais ses blessures ne seront pas provoquées par l'électricité, il n'y a pas électrocution.

De plus les batteries au lithium sont sensibles à la température ambiante (cf les documents ci dessus), et elles s'échauffent lors de la charge et surtout lors d'une décharge rapide ; les risques d'incendie sont loin d'être négligeables, d'où la nécessité du Battery Manager System qui, entre autres, contrôle en permanence la température de la batterie et peut interrompre la décharge si besoin.

Noter que le courant continu sous 48 Volt maximum est en dessous du seuil de dangerosité, voir Vème partie, Chapitre IV.