



Notes de l'atelier Batteries domestiques

Du 12 Avril 2025
au Moulin de l'Hermeton

www.battmaniak.be



Battmaniak

La sécurité

Le courant continu (DC) peut être mortel à partir de 50 volts.
Il est plus dangereux que l'alternatif car il ne s'interrompt pas 100 fois par seconde.
C'est la raison pour laquelle nous travaillons en 48 volts.

Malgré cela, les batteries sont capables de fournir instantanément des centaines d'ampère, donc risques de flashes et de brûlures si on ne prend pas de précautions.

Haute tension : 1/ Couper le courant , vérifier au voltmètre.
2/ Les câbles oranges sont dangereux.
3/ Toujours porter des gants « class 0 ».

48V :
1/ Toujours isoler toutes les connexions visibles, positif en rouge, négatif en noir
2/ Couper le courant avant de travailler, vérifier au voltmètre.
3/ Utiliser des outils à manche isolé

A la conception en 48 V :

1/ Tous les circuits doivent être protégés par fusible de calibre approprié.
2/ Placer des disjoncteurs et/ou des coupe-circuits sur toutes les sources de courant DC.



Les cellules de batterie Lithium-ion

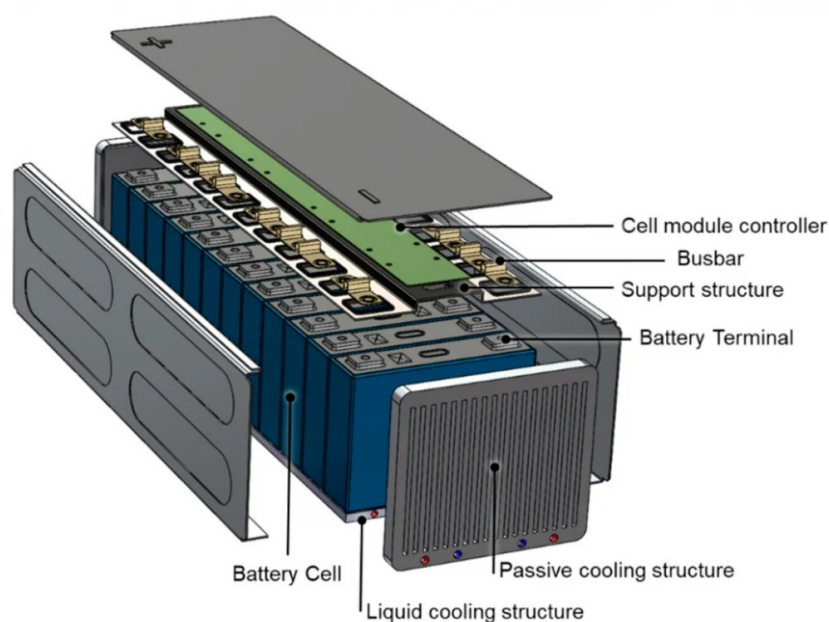
Il existe une grande variété de types de batteries lithium-ion, de diverses chimies ou taille. Les plus connues sont les cellules lithium-ion de type 18650. La cellule 18650 est un standard utilisé dans de nombreux appareils portables et notamment dans ordinateurs portables et les vélos électriques.



Diverses cellules 18650

Une cellule 18650 mesure 18mm de diamètre et 65mm de longueur. C'est un peu plus long qu'une pile AA non rechargeable. En 2023, le marché des cellules 18650 représentait 5.500 millions d'euros par an pour environ 4 milliards de cellules. Les principaux fournisseurs sont Panasonic, Sony, Samsung et LG.

Les modèles prismatiques sont les plus courants dans les voitures électriques. Le format classique est de l'ordre de 10x15x2,5 cm mais peut varier autour de ces valeurs. La coque étanche des cellules est le plus souvent en aluminium. Vu leur forme rectangulaire, elles ont tendance à gonfler, ce qui oblige à les maintenir sous pression mécanique pour les empêcher de se déformer. Ceci est fait avec des entretoises métalliques qui regroupent les cellules en pack de 6 à 20 cellules, qu'on appelle les modules (ou packs).

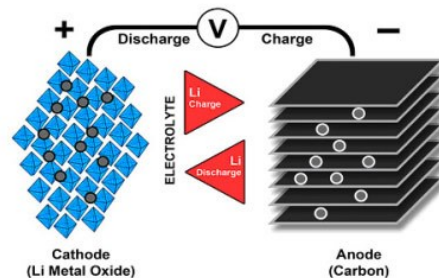


La cellule de base li-ion

Chaque cellule a une tension nominale de 3,6 volts avec un maximum de 4,2 volts et un minimum de 2,5 volts. Sa capacité va en général de 1200 à 3800 mAh pour les 18650 à 150 ou 200 Ah pour les grandes cellules prismatiques. Le courant de décharge peut facilement atteindre 10 fois la capacité en AH, soit 2000 ampères pour une cellule de 200 Ah. Il peut donc y avoir du danger à la manipuler à cause de l'énergie élevée qu'elle contient.

Fonctionnement

Un accumulateur Lithium-ion utilise une cathode (électrode positive), une anode (électrode négative) et un électrolyte conducteur. La cathode est un oxyde métallique et l'anode est constituée de graphite. Pendant la décharge, les ions circulent à partir de l'anode vers la cathode à travers l'électrolyte et le séparateur ; la charge inverse la direction et l'écoulement des ions de la cathode vers l'anode.



La capacité : C'est là que réside la grande qualité des batteries au Li-ion. La densité énergétique de cette technologie en 2024 est de 80 à 150 Wh/kg.

La résistance interne : Les cellules Li-ion ont une résistance interne faible. Elle est de l'ordre de 20 mΩ à 100 mΩ et permet donc des appels de courant pouvant atteindre 30 ampères pour les cellules de 3Ah (10x la capacité en Ah). Plus la résistance interne est faible, plus la cellule résistera aux forts courants sans chauffer.

Consignes

- Ne jamais décharger une cellule en dessous de 3 V. En-dessous de 2,5 V, elle se dégradera de façon irréversible.
- Ne jamais charger à plus de 4,2 V.
- Maintenir le plus possible des températures entre 0°C et 30°C.
- Un stockage en inactivité de longue durée se fait à une capacité d'environ 80% de leur capacité maximale.
- Ne pas court-circuiter. Les très forts courants peuvent détruire une cellule.
- Sans refroidissement actif des cellules, ne pas recharger à des valeurs de courant supérieures à (donc pas plus rapides que) 1C. Typiquement, recharger à une valeur comprise entre C/2 et 1C.

1C = le courant en A a la même valeur que la capacité en Ah. Charger à 1C une cellule de 3000 mAh veut dire la charger à 3A, donc 3000 mA. La charger à C/2 veut dire la charger à 1,5 A donc 1500 mA.

- Ne pas décharger une cellule à des valeurs supérieures à sa valeur spécifiée. Une cellule de 2000 mAh donnée pour 20A peut être déchargée à 10 A, donc 10C, ce qui implique qu'à ce rythme, elle se décharge complètement en 1/10 d'heure, soit six minutes.

Les cellules LFP

Les cellules LFP sont similaires, mais ont une tension nominale de 3,2 volts avec un maximum de 3,6 volts. Les plus connues sont prismatiques, mais on en trouve de tous les formats.

Il existe des « grade A » et des « grade B » moins chère, mais à éviter. Les prix hors transport sont inférieurs à 100€/kWh.

Attention, les boulons sont fragiles : toujours serre à la clé dynamométrique :

Couples à ne pas dépasser : M4 : 1N.m, M5 : 3 N.m., M6 : 5,5 N.m, M8 : 12N.m.




Eve MB31 Prismatic - 314Ah - LiFePO4 3.2V - A- grade - Single stud

★★★★★ 3 Beoordelingen | Voeg uw beoordeling toe

EAN / GTIN	6097339767722	Ontlaadstroom - A	157
Gewicht - g	5600	Meegeleverd	Busbars
Merk	EVE	Type aansluiting	M6
Grade	A-	Hoogte - mm	207.2
Model	MB31	Breedte - mm	173.7
Chemie	LiFePO4	Dikte - mm	71.7
Nominale spanning	3.2V	Productiejaar	October 2023 - 2024
Capaciteit - Ah	314		

17-04-2025

Dit product is te bestellen, we hebben het nog niet op voorraad, maar het is onderweg van onze leverancier. De verzenddatum is een geschatte datum. Als u dit artikel en artikelen uit voorraad bestelt, verzenden we het in één keer.

€ 66,95

Excl. BTW: € 55,33

Koop 4 stuks voor
€ 65,95 (Excl. BTW: € 54,50)

Koop 8 stuks voor
€ 64,95 (Excl. BTW: € 53,68)

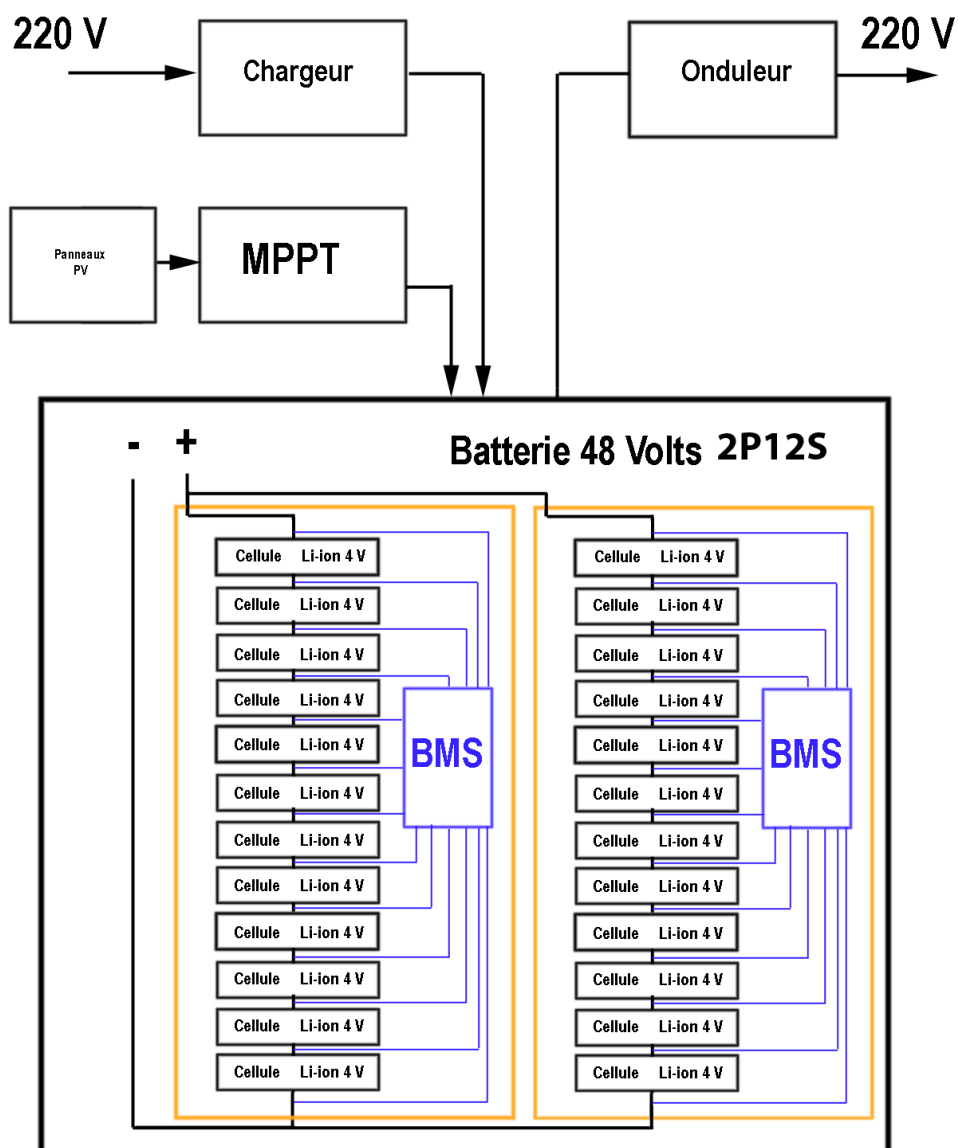
Koop 16 stuks voor
€ 63,95 (Excl. BTW: € 52,85)

Koop 32 stuks voor
€ 62,95 (Excl. BTW: € 52,02)

Aantal

Une cellule LFP typique : 1 kWh,32V, 314 Ah, 20x17x7cm

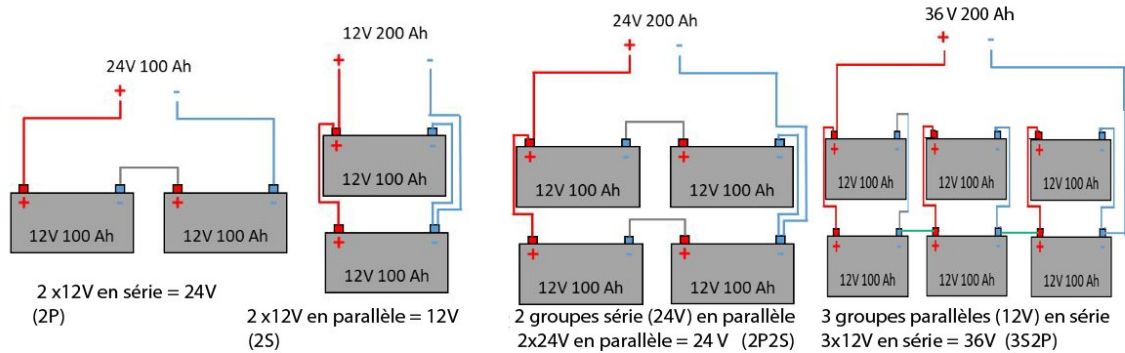
Schéma de principe d'une batterie domestique off-grid



12S2P = 2 modules en parallèle, chacun fait de 12 cellules montées en série. Il existe d'autres configurations.
Exemples : 2P6S (Porsche Taycan), 14S80P (Battmaniak/ A.Baps) Chaque groupe série doit avoir son BMS.

Configuration des batteries

Montage en parallèle ou en série

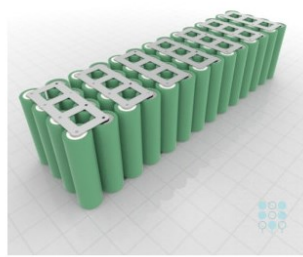


En série = les voltages s'additionnent, les courants sont identiques

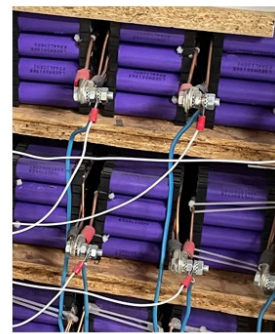
En parallèle = les voltages sont identiques, les courants s'additionnent



12S2P (cellules 4V type 18650)
48 Volts

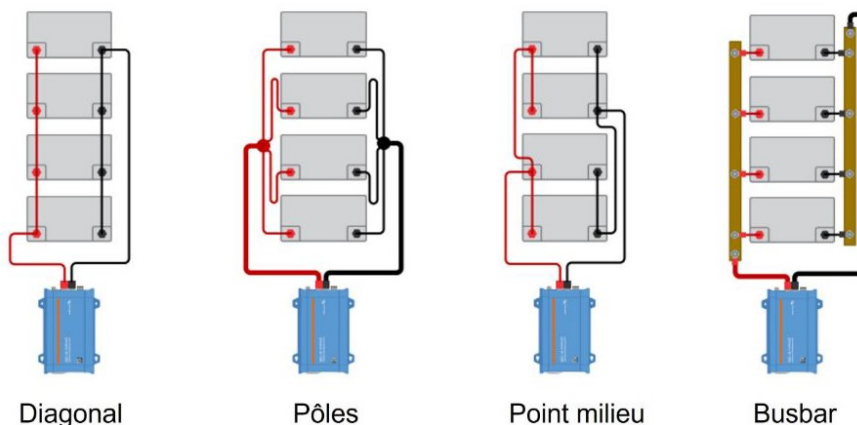


14S4P (cellules 18650)
56 Volts



14S80P (cellules 18650)
56 Volts

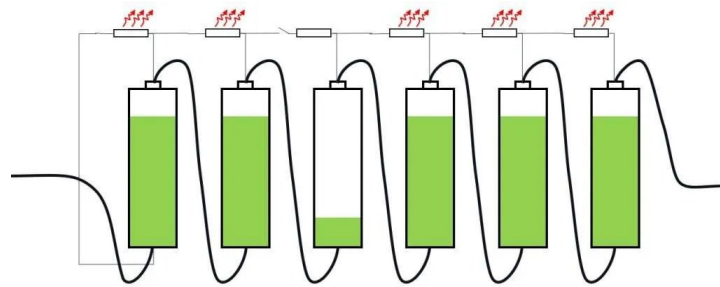
Equilibrage des branchements



Les longueurs et sections doivent être identiques sur + et -, sinon certains modules seront plus sollicités que d'autres. C'est important car si les résistances des câbles semblent très faibles, celles des batteries aussi !

La fin de vie d'une cellule

Si après un certain nombre de cycles de charge-décharge, une cellule est incapable de contenir autant d'énergie que ses voisines, le BMS (Battery Management System) se coupe sur une erreur. Dans ce cas, soit on remplace la cellule défectueuse, soit on les remplace toutes par des cellules ayant le même âge pour éviter que le problème ne resurviene.



Pour en savoir plus sur la conception des batteries, il existe de nombreuses ressources comme <https://www.batterydesign.net/>.

La résistance interne

Elle se mesure avec un testeur spécial, une sorte d'ohmmètre qui utilise un courant alternatif à haute fréquence. La résistance interne d'une cellule est très faible : environ 5 à 10 milliohms pour les petites cellules 18650, un milliohm ou moins pour les cellules prismatiques. Une batterie avec des déséquilibres de résistance interne supérieurs à 15% est suspecte.



Testeur de
de conder
Bleu
Marque: E
a répondu



32,86€

Prix le

Klarna

Bonus

Couleur: Ble



Expédié de:

CN

QTY:

1

Livraison:

Un testeur de résistance interne avec mémoire pour tester rapidement un grand nombre de cellules.

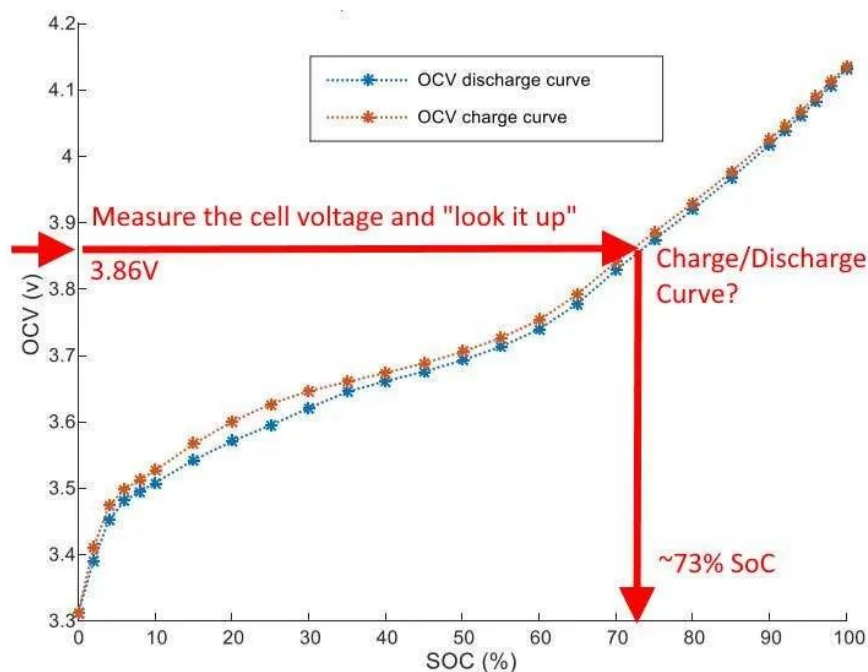
Vocabulaire

SoC signifie « State Of Charge », soit l'état de charge de votre batterie (si SoC = 0% alors votre batterie est vide, et si SoC = 100%, alors votre batterie est « pleine »)

DoD signifie « Depth Of Discharge », soit la profondeur de décharge de votre batterie (100% de décharge indique que votre batterie est vide, et 0% de décharge signifie que votre batterie est pleine). Par abus de langage, on parle de batterie pleinement chargée quand son SoC est à 100%, et complètement vide, si son SoC est à 0%.



Le pourcentage de charge : Le pourcentage de charge n'évolue pas linéairement avec la tension de la batterie. A 3,6 volts par cellule, la batterie est à 50%, mais en-dessous de 3,3 volts, il n'y a déjà presque plus de charge.



Choisir la section d'un câble

Longueur de câble maximum (en mètres) en fonction de la section et de l'ampérage

Pour 48V continue Ampérage max en ampère	Section en mm ²													
	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	70	95	120	150
0,5	85,71	114,29	171,43	285,71	457,14	685,71	1142,86	1828,57	2857,14	4000,00	8000,00	10857,1	13714,3	17142,9
1	42,86	57,14	85,71	142,86	228,57	342,86	571,43	914,29	1428,57	2000,00	4000,00	5428,57	6857,14	8571,43
2	21,43	28,57	42,86	71,43	114,29	171,43	285,71	457,14	714,29	1000,00	2000,00	2714,29	3428,57	4285,71
5	8,57	11,43	17,14	28,57	45,71	68,57	114,29	182,86	285,71	400,00	800,00	1085,71	1371,43	1714,29
10	4,29	5,71	8,57	14,29	22,86	34,29	57,14	91,43	142,86	200,00	400,00	542,86	685,71	857,14
15	2,86	3,81	5,71	9,52	15,24	22,86	38,10	60,95	95,24	133,33	266,67	361,90	457,14	571,43
20	2,14	2,86	4,29	7,14	11,43	17,14	28,57	45,71	71,43	100,00	200,00	271,43	342,86	428,57
25	1,71	2,29	3,43	5,71	9,14	13,71	22,86	36,57	57,14	80,00	160,00	217,14	274,29	342,86
30	1,43	1,90	2,86	4,76	7,62	11,43	19,05	30,48	47,62	66,67	133,33	180,95	228,57	285,71
35	1,22	1,63	2,45	4,08	6,53	9,80	16,33	26,12	40,82	57,14	114,29	155,10	195,92	244,90
40	1,07	1,43	2,14	3,57	5,71	8,57	14,29	22,86	35,71	50,00	100,00	135,71	171,43	214,29
45	NA	1,27	1,90	3,17	5,08	7,62	12,70	20,32	31,75	44,44	88,89	120,63	152,38	190,48
50	NA	1,14	1,71	2,86	4,57	6,86	11,43	18,29	28,57	40,00	80,00	108,57	137,14	171,43
60	NA	NA	1,43	2,38	3,81	5,71	9,52	15,24	23,81	33,33	66,67	90,48	114,29	142,86
70	NA	NA	1,22	2,04	3,27	4,90	8,16	13,06	20,41	28,57	57,14	77,55	97,96	122,45
80	NA	NA	1,07	1,79	2,86	4,29	7,14	11,43	17,86	25,00	50,00	67,86	85,71	107,14
100	NA	NA	NA	1,43	2,29	3,43	5,71	9,14	14,29	20,00	40,00	54,29	68,57	85,71
120	NA	NA	NA	1,19	1,90	2,86	4,76	7,62	11,90	16,67	33,33	45,24	57,14	71,43
150	NA	NA	NA	NA	1,52	2,29	3,81	6,10	9,52	13,33	26,67	36,19	45,71	57,14
200	NA	NA	NA	NA	1,14	1,71	2,86	4,57	7,14	10,00	20,00	27,14	34,29	42,86
250	NA	NA	NA	NA	NA	1,37	2,29	3,66	5,71	8,00	16,00	21,71	27,43	34,29
300	NA	NA	NA	NA	NA	1,14	1,90	3,05	4,76	6,67	13,33	18,10	22,86	28,57
350	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,63	2,61	4,08	5,71	11,43	15,51	19,59	24,49
400	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,43	2,29	3,57	5,00	10,00	13,57	17,14	21,43

Couple de serrage

Les cellules qui se connectent par des boulons sont délicates. Boulon cassé = cellule bonne à jeter. Il est vital de ne pas dépasser le couple prescrit pour ne pas casser le boulon. Serrer moins fort ne garantit pas une bonne connexion.

Sauf indication du fabricant, voici les couples de serrage à utiliser :

M4	1 N.m.
M5	3 N.m.
M6	5,5 N.m.
M8	12 N.m.

Section et résistance des câbles en fonction du diamètre

American wire gauge (AWG)

l'**AWG** est une unité de mesure standardisée américaine qui classe les conducteurs électriques suivant leur diamètre. Plus la valeur AWG est élevée, plus le diamètre est petit.

Table de conversion AWG

Cette table de conversion représente les dimensions (diamètre, section), la résistance et le courant maximum supporté par les conducteurs suivant leur classement AWG (American Wire Gauge). Ces valeurs sont effectives pour des conducteurs cuivre.

AWG	Diamètre [mm]	Section [mm²]	Résistance [Ohm/Km]	Courant max [Ampère]
0000	11,68400	107	0,16072	380
000	10,40384	85	0,20270	328
00	9,26592	67,4	0,25551	283
0	8,25246	53,5	0,32242	245
1	7,34822	42,4	0,40639	211
2	6,54304	33,6	0,51266	181
3	5,82676	26,7	0,64616	158
4	5,18922	21,2	0,81508	135
5	4,62026	16,8	1,02762	118
6	4,11480	13,3	1,29593	101
7	3,66522	10,5	1,63410	89
8	3,26390	8,37	2,06050	73
9	2,90576	6,63	2,59809	64
10	2,58826	5,26	3,27639	55
11	2,30378	4,17	4,13280	47
12	2,05232	3,31	5,20864	41
13	1,82880	2,62	6,56984	35
14	1,62814	2,08	8,28200	32
15	1,45034	1,65	10,44352	28
16	1,29032	1,31	13,17248	22
17	1,15062	1,04	16,60992	19
18	1,02362	0,823	20,94280	16
19	0,91186	0,653	26,40728	14
20	0,81280	0,518	33,2920	11
21	0,72390	0,410	41,9840	9
22	0,64516	0,326	52,9392	7
23	0,57404	0,258	66,7808	4,7
24	0,51054	0,205	84,1976	3,5
25	0,45466	0,162	106,1736	2,7
26	0,40386	0,129	133,8568	2,2
27	0,36068	0,102	168,8216	1,7
28	0,32004	0,081	212,8720	1,4
29	0,28702	0,0642	268,4024	1,2
30	0,25400	0,0509	338,4960	0,86

www.rmcf72.free.fr

Choisir la capacité de stockage de sa batterie

De la même façon que vous avez déterminé le nombre de panneaux dont vous aviez besoin, vous allez devoir dimensionner votre batterie, c'est-à-dire choisir sa capacité électrique. La capacité d'une batterie s'exprime en kWh et correspond à la quantité d'énergie que peut stocker la batterie.

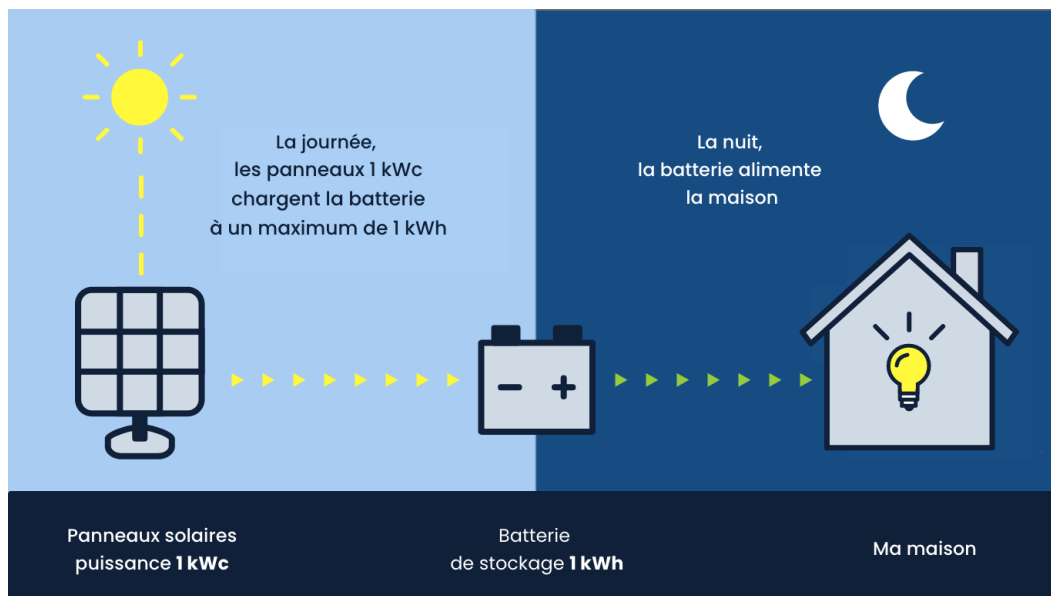
Le dimensionnement de votre batterie dépendra de votre objectif : **autoconsommation avec accès au réseau**, ou **autonomie énergétique** (off grid / pas d'accès au réseau, éventuellement avec un chargeur en backup).

Le dimensionnement de votre batterie en autoconsommation

Si votre objectif est de maximiser votre taux d'autoconsommation, c'est-à-dire de consommer toute l'énergie produite par vos panneaux solaires, la méthode est simple : il vous faudra environ 1kWh de batterie pour 0,8 à 1kWc de panneaux solaires.

Pourquoi ?

Ce type de stockage est dimensionné dans une vision journalière. C'est-à-dire que l'on stocke le jour et on décharge la nuit. La batterie est vide chaque matin.



La batterie est donc dimensionnée avec le surplus solaire de chaque jour (charge) et la consommation nocturne de l'autre côté (décharge). Pour un kit solaire normalement dimensionné :

1. le solaire sera consommé à environ 30-35% naturellement (c'est à dire directement sans passer par le stockage).
2. 30 à 35% devra être stocké pour être consommé la nuit

3. 30 à 35% sera du surplus car la production est supérieure à la consommation journalière (je produis 10kWh alors que je consomme que 5kWh). C'est notamment le cas en plein été par exemple

Un kit solaire produit environ 3kWh/jour pour 1kWc de panneaux solaires. Si je dois stocker 30 à 35% cela correspond à... 1kwh de stockage.

Ce calcul n'est pas évident car il faut le faire sur un an en prenant en compte la production et la consommation saisonnières. Il est effectué par notre Simulateur : vous pourrez donc ajuster le dimensionnement à vos envies (mettre un peu plus de stockage pour avoir de l'énergie en cas de coupure par exemple).

Le dimensionnement de votre batterie en autonomie

Votre objectif est d'être totalement autonome énergétiquement, et vous n'êtes pas connecté au réseau.

En pratique, il vous faudra environ 3 fois la consommation journalière. Par exemple, si vous consommez 10kWh par jour, il vous faudra 30kWh.

Pourquoi ?

Dans ce type de kit solaire, si la batterie est vide... on n'a plus d'électricité ! Il faut donc dimensionner le système pour la pire période de l'année.

En général, cette période correspond à l'hiver. Si le kit solaire est bien dimensionné, le solaire produira en plein hiver autant que la consommation sur une journée en moyenne. Pour effacer la variabilité de production solaire (certains jours il y aura moins de soleil que la moyenne hivernale), il est nécessaire de prendre une marge d'autonomie dans la batterie (3 jours de consommation en général).

On peut ajouter un chargeur (amovible éventuellement) si on a une connexion GRD à proximité.

Off-grid ou non ?

Système connecté (on-grid)

Un système connecté signifie que l'installation d'énergie renouvelable (panneaux solaires, éolienne...) est raccordée au réseau d'électricité. C'est le cas usuel. Vous devez alors tenir compte des prescriptions **Synergrid C10/11**. Vos panneaux solaires n'ont pas à fournir toute l'énergie de votre logement étant donné que le réseau intervient toujours si nécessaire. Dans les moments où vous produisez un excédent d'énergie solaire, vous pouvez stocker cette énergie dans des batteries ou la réinjecter dans le réseau de distribution d'électricité.

Le système doit respecter C10/11 et donc, entre autres,

- L'onduleur de la batterie doit se trouver sur la liste homologuée C10/26 ;
- La limite de puissance de l'onduleur batterie pour les « petites installations de production » ne peut être dépassée (5 kVA en plus des 10 kVA de limite du photovoltaïque)

Système offgrid

Un système offgrid est un système qui n'est pas raccordé du tout au réseau de distribution d'électricité. Il est donc totalement autonome. L'énergie des panneaux solaires (ou d'une éolienne, d'une turbine ou d'un groupe électrogène) est stockée dans des batteries de sorte que celle-ci peut être utilisée hors des périodes de production. On peut prévoir un générateur qui viendra en renfort lors des périodes où l'énergie solaire est insuffisante. Dans le vocabulaire de Synergrid, ces installations fonctionnent en « mode insulaire », et donc jamais parallèlement au réseau de distribution.

Système hybride ou semi-offgrid

Lorsqu'il est possible d'alimenter par moments une installation électrique offgrid par le réseau de distribution, la transition entre les modes on-grid et offgrid doit se faire selon le principe « break-before-make ».

Inverseur de source : Le principe « break-before-make » doit être mis en pratique au moyen d'équipements de commutation conformes à la norme européenne EN 60947-1 : - Le mécanisme comprend un verrouillage permettant d'éviter en toutes circonstances un raccordement simultané au réseau de distribution (on-grid) et à l'alimentation alternative (off-grid). En pratique, il s'agit d'un « inverseur de source », comme par exemple (en monophasé) le Hager mono (Inverseur modulaire 2 pôles 40A, point commun amont, I-0-II, référence CEBEO 4417601) ou (en triphasé) le Hager SF263 (Conm.mod.I-0-II,4x63A) ou le HIM406.

Tutoriel d'installation ici : <https://www.maison-et-domotique.com/139015-comment-installer-un-inverseur-de-source-hager/>

Onduleur batterie ou onduleur hybride ?

Le choix dépend du but de l'installation :

- Si le but est de protéger tout ou partie de l'installation des coupures de courant, on prendra un onduleur hybride qui charge la batterie et alimente une partie du bâtiment à partir de celle-ci. On lui connecte des panneaux dans la limite de la législation (5 ou 10 kWc – 10 nécessitant du triphasé, sauf avec le GRD RESA).
- Si la volonté est d'être le plus indépendant possible du réseau, l'installation connectée au réseau ne servira que à charger la batterie en cas de déficit solaire. Les circuits électriques de la maison seront alimentés par un onduleur batterie et une batterie chargée en courant continu par des MPPT, avec la possibilité de charge par le réseau en backup.

Il faut que l'installation soit telle que la batterie puisse se charger sur le réseau, mais pas réinjecter de l'énergie sur le réseau.

- Dans ce cas, ce qui est alimenté par la batterie n'est pas soumis aux restrictions Synergird. Notamment, on n'est PAS limité à 5 ou 10 kWc de panneaux. Il est toutefois possible d'avoir une production solaire sur la partie de l'installation connectée au réseau, ce qui a surtout de l'intérêt pour les installations bénéficiant de la compensation jusqu'au 1/1/2031. Dans le cas contraire, l'intérêt des panneaux pouvant injecter sur le réseau se limite à la possibilité de revente de l'énergie (mais les tarifs sont dérisoires).
- Une installation offgrid doit utiliser un chargeur de batterie homologué si on le connecte au réseau, mais peut utiliser un onduleur absent de la liste C10-26.
- En offgrid, il est conseillé de faire vérifier l'installation par Electro-Test ou autre organisme de certification pour fournir aux assureurs un document montrant le respect des règles de sécurité.

Parmi les critères de choix, le montant de l'investissement est le plus important. Un onduleur hybride 5 kW et une batterie 48V (10 kWh LFP) coûtent moins de 5.000 € hors placement. Un onduleur batterie avec batterie 20 kWh LFP, contrôleur, et MPPT pour 10 kWc de panneaux coûtent environ 10.000€ sans placement ni panneaux solaires.

Note : le prix des batteries et des LFP en particulier est en forte baisse depuis plusieurs années. Ceci peut influencer la réflexion sur la taille de la batterie nécessaire à court terme.

Référence batterie : <https://v-tac.eu/solar-pv-systems/battery-storage-solutions/10-24kwh-battery-storage-lifepo4-battery-pack-10yrs-warranty-detail.html>