



Notes de l'atelier batteries du samedi 22 mars 2025

Partie 2 : session de conception d'une batterie domestique.

Conception d'une batterie domestique 15 kWh bon marché

- Schéma général partie tableau basse tension 220V,
- Schéma général partie batterie 48volts,
- Liste des composants et estimation des coûts, (Batterie, BMS, onduleur, armoire, monitoring, connectique)
- Aspects légaux : contrôle et certification, assurances.

Schéma général partie tableau basse tension 220V

Schéma d'un maison classique sans batterie

Interrupteur différentiel

Le choix de l'interrupteur différentiel dans un tableau électrique est régi par le Règlement Général des Installations Électriques (RGIE).

Différentiel principal (en tête d'installation) :

Sensibilité : 300 mA (milliampères).

Type : Au minimum de type A.

Fonction : Il assure la protection générale de l'installation contre les fuites de courant.

Particularité : Il doit être scellable aux bornes d'entrée et de sortie.

Différentiels divisionnaires (pour les circuits individuels) :

Sensibilité : 30 mA.

Type : Au minimum de type A, mais le type B est requis dans certains cas spécifiques (par exemple, pour les bornes de recharge de véhicules électriques).

Fonction : Ils assurent une protection plus fine des personnes contre les contacts indirects.

Nombre de circuits : Maximum 8 circuits par différentiel 30mA.

Cas particuliers :

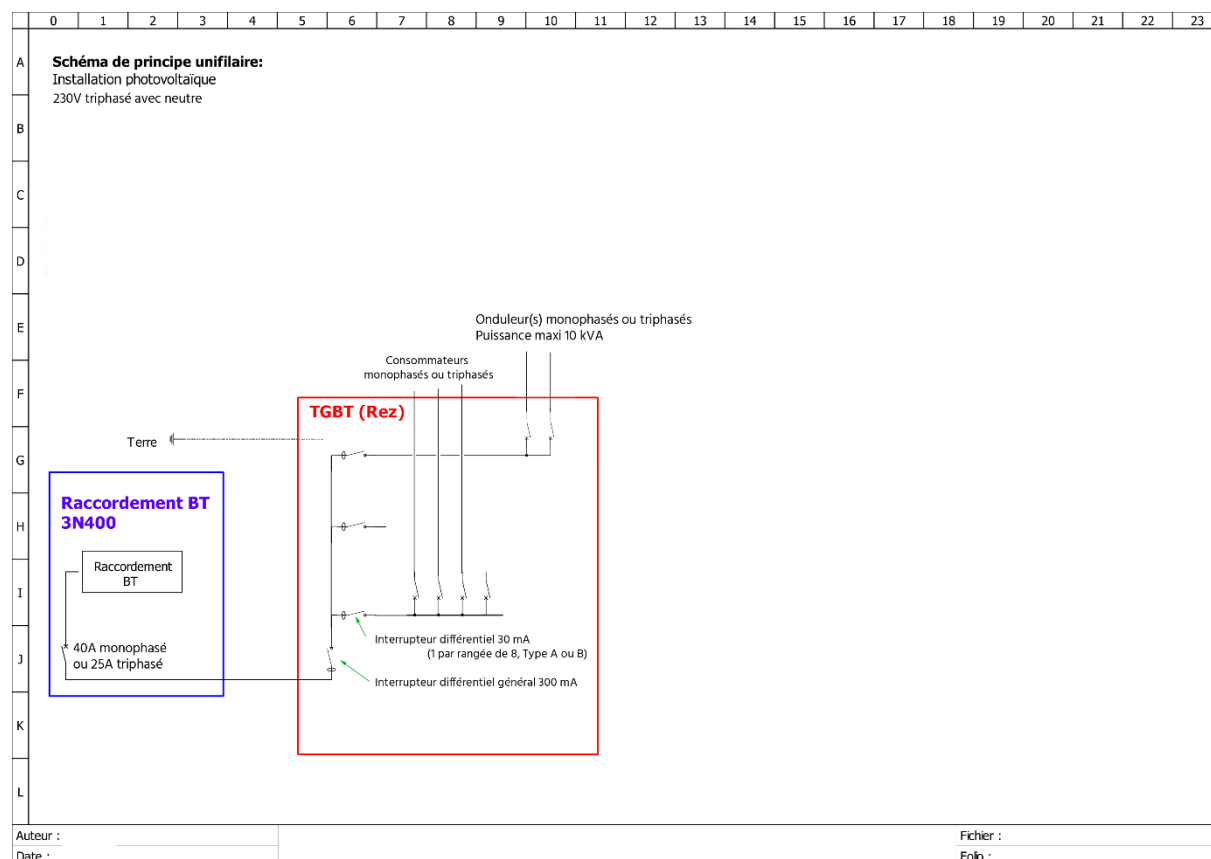
Pour les installations avec des bornes de recharge de véhicules électriques, l'utilisation d'un interrupteur différentiel de type B est parfois obligatoire.

Il est important de noter que la norme évolue, il est donc recommandé de vérifier les dernières mises à jour du RGIE.

Informations supplémentaires :

La sensibilité doit être adaptée (300mA; 100-30-10mA).

Le différentiel principal doit toujours être scellable, aux bornes d'entrée et de sortie.
 Un marquage “22kA2 S – 3000A” doit être lisible pour les interrupteurs différentiels de 40 A et moins.
 Tout comme le marquage CE sur tous les appareils.
 Leur raccordement doit être tel que le bouton test puisse fonctionner. Il doit d'ailleurs être testé périodiquement selon les prescriptions du fabricant.



On greffe souvent à une telle installation des panneaux solaires par l’intermédiaire d’un (ou plusieurs) onduleur(s) monophasé(s) ou triphasé(s).

Schéma d'un maison classique avec batterie

Sur le schéma ci-dessus, on a ajouté une batterie qui est rechargée par l'onduleur hybride, soit à partir des panneaux solaires, soit à partir du réseau. La batterie peut ensuite renvoyer de l'électricité sur le réseau et/ou les consommateurs du TGBT. Dans la plupart des cas (mais pas avec tous les onduleurs hybrides), l'onduleur hybride a une sortie « backup » qui peut alimenter certains consommateurs par une sortie « backup » qui reste active en cas de coupure du réseau

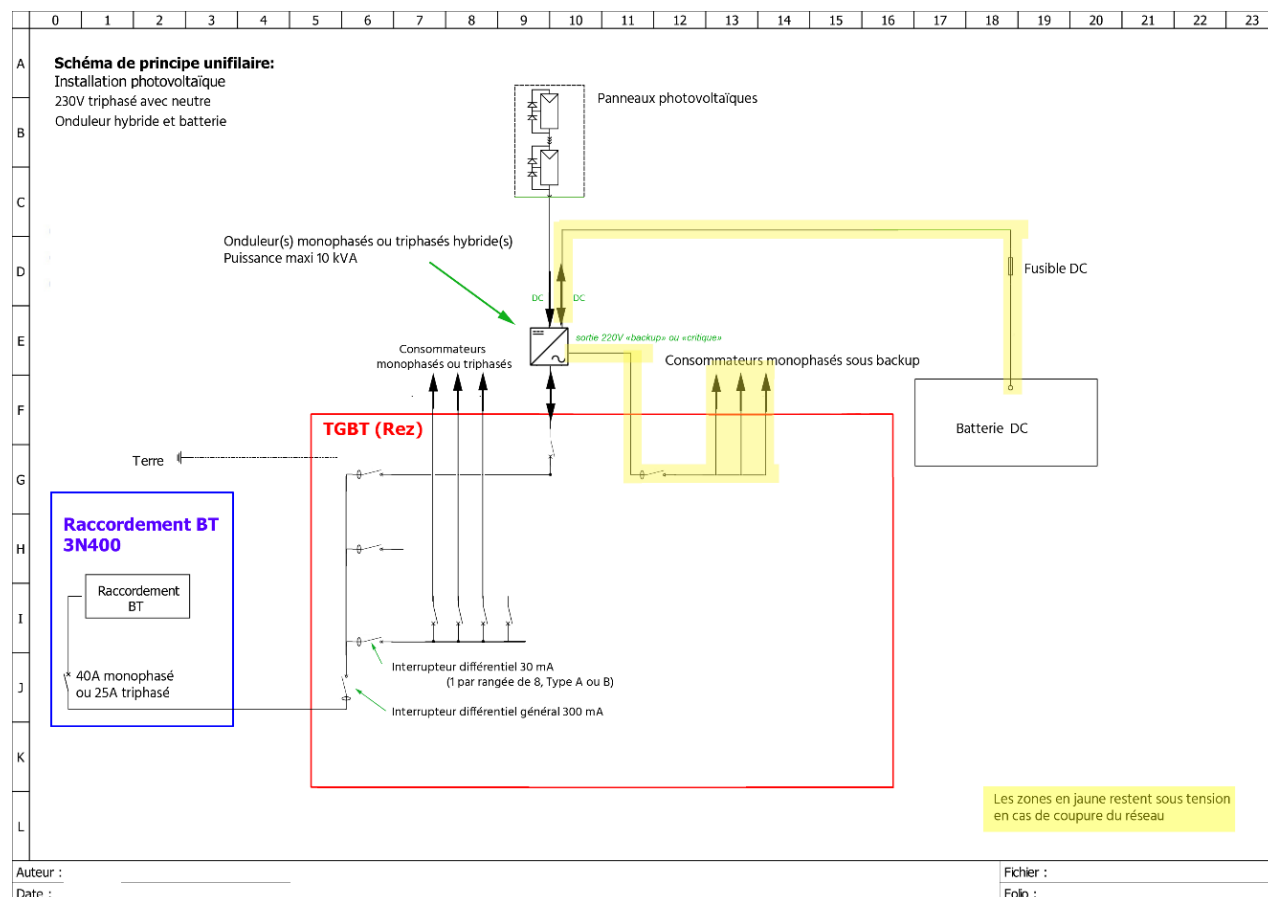
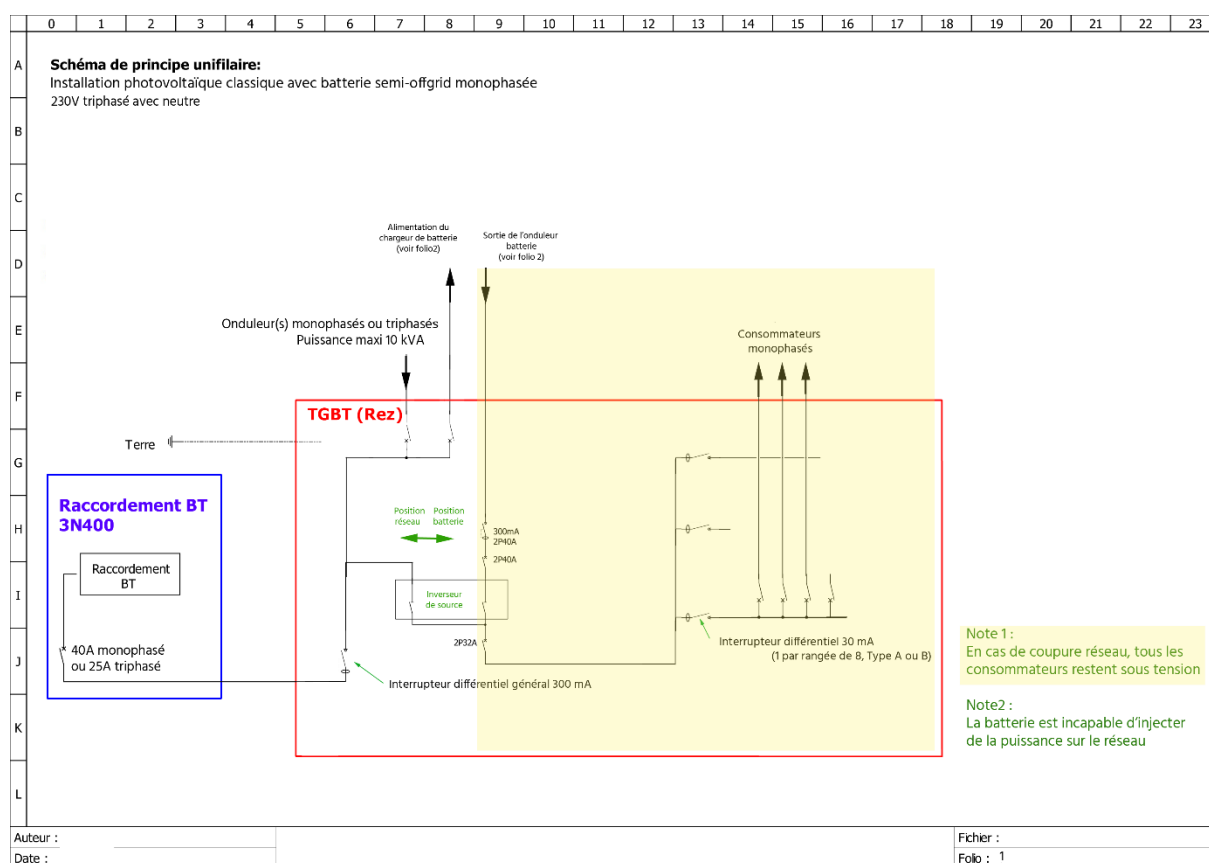


Schéma d'un maison semi-offgrid avec batterie

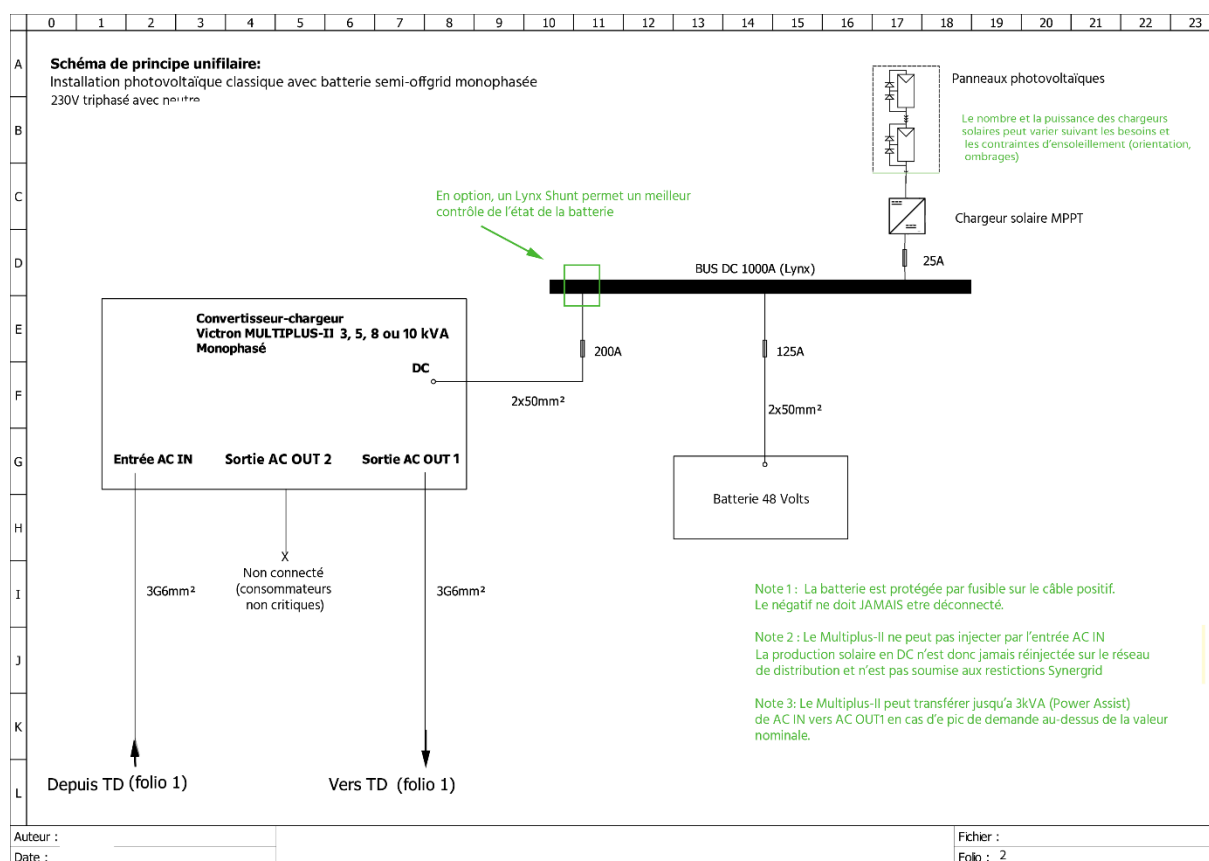
La principale différence est l'ajout d'un inverseur de source qui branche l'ensemble des consommateurs, soit sur le réseau (comme dans le cas ci-dessus), soit uniquement sur l'énergie fournie par la batterie. On remarque qu'il reste un consommateur alimenté par le réseau : un chargeur de batterie qui intervient quand celle-ci n'a plus assez de réserves.

L'installation se comporte comme si tous les consommateurs étaient alimentés par la sortie « backup » dans le schéma précédent. Par contre, il est impossible de renvoyer de l'énergie de la batterie vers le réseau. Ceci peut être vu comme un inconvénient, mais c'est aussi un avantage, car toute la partie du circuit connectée aux batteries est en fait indépendante du réseau de distribution. Elle n'est donc pas tenue d'en respecter toutes les limitations légales et contractuelles, notamment sur le nombre et la puissance des panneaux solaires et des onduleurs.

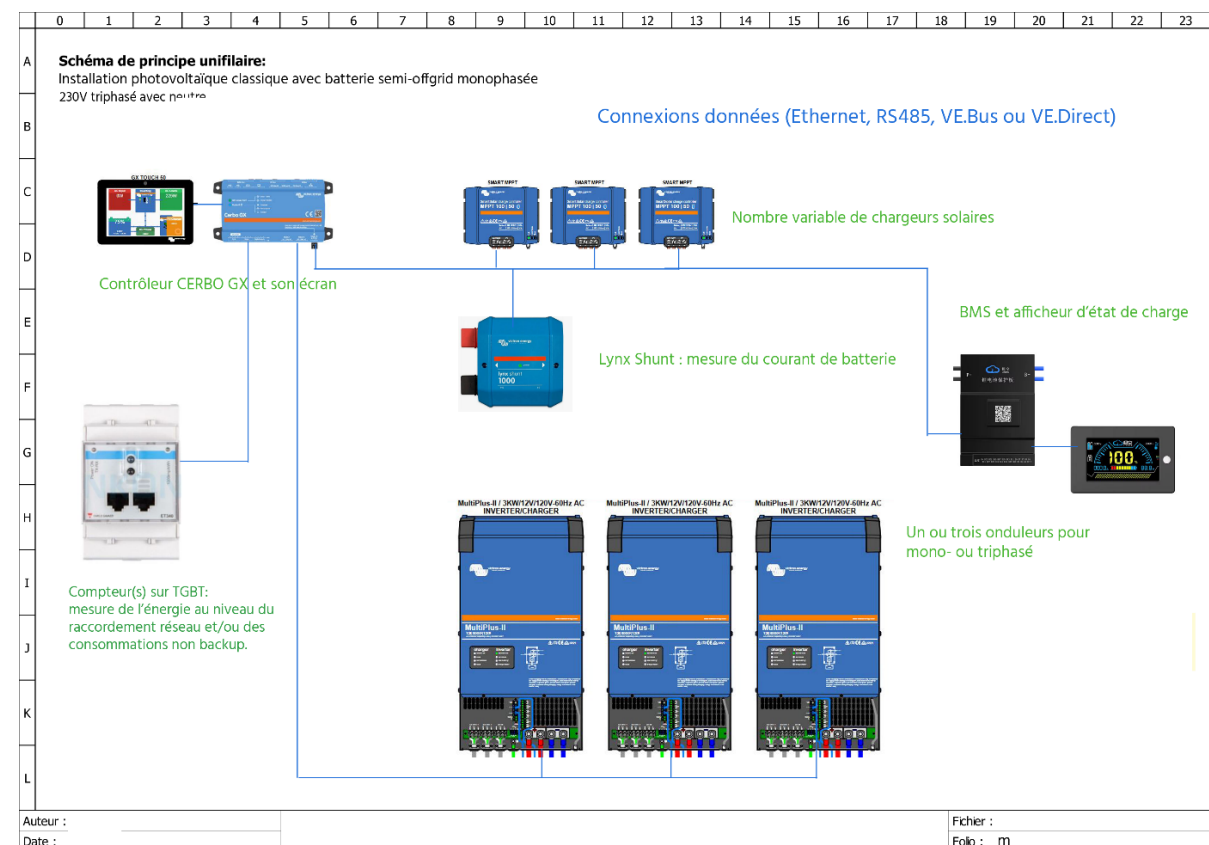
En supprimant la seule connexion « chargeur de batterie », l'installation devient complètement « offgrid ». Dans ce cas, on prévoit généralement un groupe électrogène de secours pour les cas où la production solaire est insuffisante.



Le schéma 2 ci-dessous reprend la partie « courant continu » de l'installation.



Le schéma 3 ci-dessous reprend la partie « monitoring et contrôle » de l'installation.



Monophasé ou triphasé ?

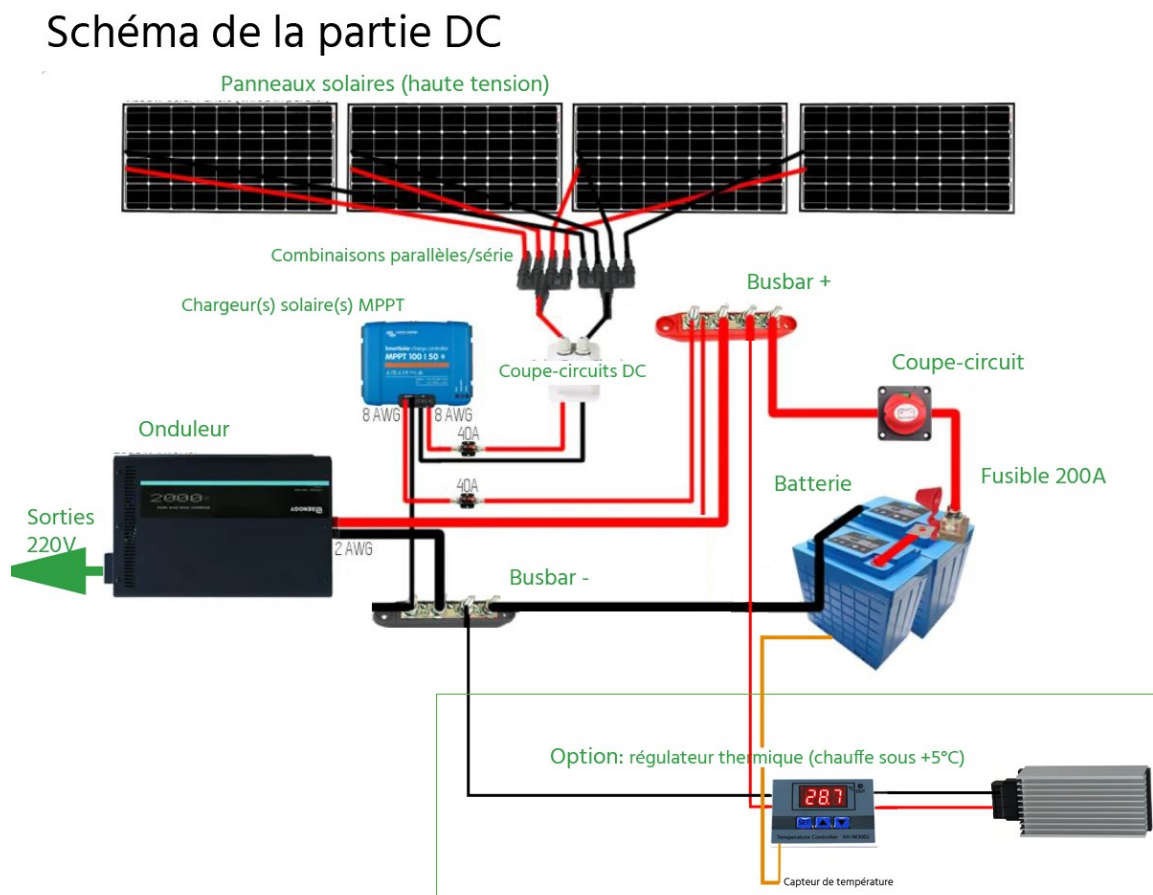
Pourquoi un onduleur-chargeur monophasé uniquement ? Pour des raisons de coût principalement. Un branchement triphasé permettrait le fonctionnement de plus gros consommateur (typ. 15 kW au lieu de 5 kW), mais pour une durée de toute façon pas très longue. Pour supporter des consommateurs triphasés, il faut 3 Multiplus-II. Le surcoût pour les onduleurs-chargeurs et le câblage associé est estimé à 5.000€.

On trouvera un grand nombre de schéma couvrant les cas de figure les plus courants dans la schémathèque Victron :

<https://www.victronenergy.fr/support-and-downloads/systems>

Schéma détaillé de la partie courant continu

Le boîtier de la batterie contient, outre celle-ci un fusible, un coupe-circuit, un BMS (qui nécessite parfois un circuit d'alimentation) et si le BMS ne fournit pas cette fonction, un équilibreur.



Le schéma général est simple car la plupart des fonctions sont réalisées par le BMS. Le BMS assure deux rôles : équilibrer activement les tensions des diverses cellules (en chargeant les plus faibles avec le courant des mieux chargées) et connecter ou déconnecter le pôle négatif de la batterie en fonction des

paramètres programmés, comme couper en cas de surcharge, de surtension lors de la charge, de sous-tension lors de la décharge, etc...

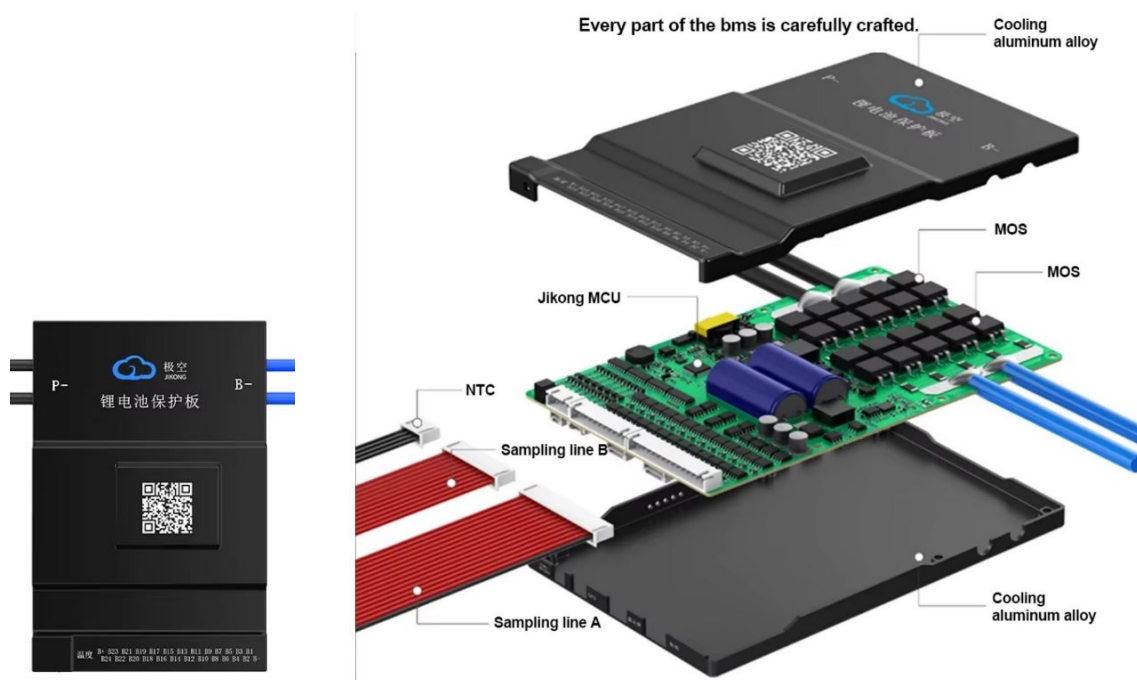
Tant que la batterie se charge, le BMS équilibre les cellules. Il déconnecte la batterie en fin de charge et dans toutes les conditions d'alarme : sur- ou sous-température, sur- ou sous-tension, courant trop important, équilibre anormal entre cellules. On notera que, pour raison de sécurité, le BMS possède deux capteurs de température à placer sur la batterie et pour couper le courant en cas de surchauffe.

SIX SECURITY PROTECTION



Les fonctions de protection d'un BMS

Pour contrôler les tensions des cellules individuelles, le BMS, tout comme l'équilibreur séparé (s'il y en a un), a besoin de se connecter à chaque cellule (voir schéma ci-dessous). Le BMS se contrôle et se configure à distance, souvent par Bluetooth.



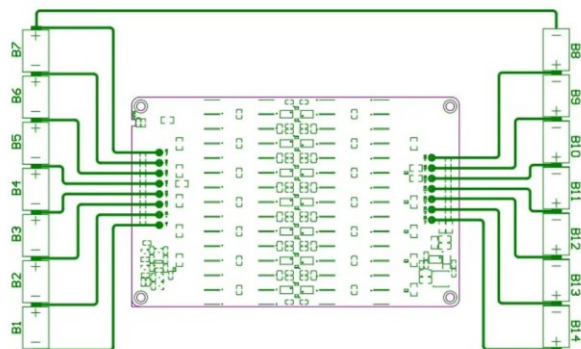
Un BMS Jikong et sa vue éclatée

Comment choisir le bon BMS ? Il y a des dizaines de variantes. On sélectionne un BMS en fonction de
 1/ le nombre de cellules, 2/la capacité d'équilibrage (balancing), 3/ le courant maxi (typ. De 40 à 500A),
 4/ le type de communication (Can, RS485, Wifi, Bluetooth)



Un équilibreur actif

14S(9-14S)



Application de contrôle BMS Jikong et exemple de de câblage

Utiliser une batterie de seconde vie

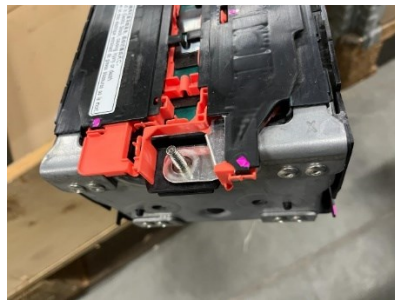
Pour des raisons de sécurité, on privilégie les installations en 48 volts. Il nous faut donc mettre en série des groupes de 12, 13 ou 14 cellules pour obtenir environ 48 volts (Avec le lithium-ion, on a 3,6V par cellule). Si on utilise des cellules LFP (3,2V par cellule), on utilise 16 cellules en série.

En fonction de la capacité voulue, on fait des combinaisons série-parallèle. Chaque groupe de cellules en série demande un BMS. Par exemple, si on met en parallèle deux groupes de 13 cellules, chaque groupe aura son BMS.

Récupération de modules Panasonic Lexus

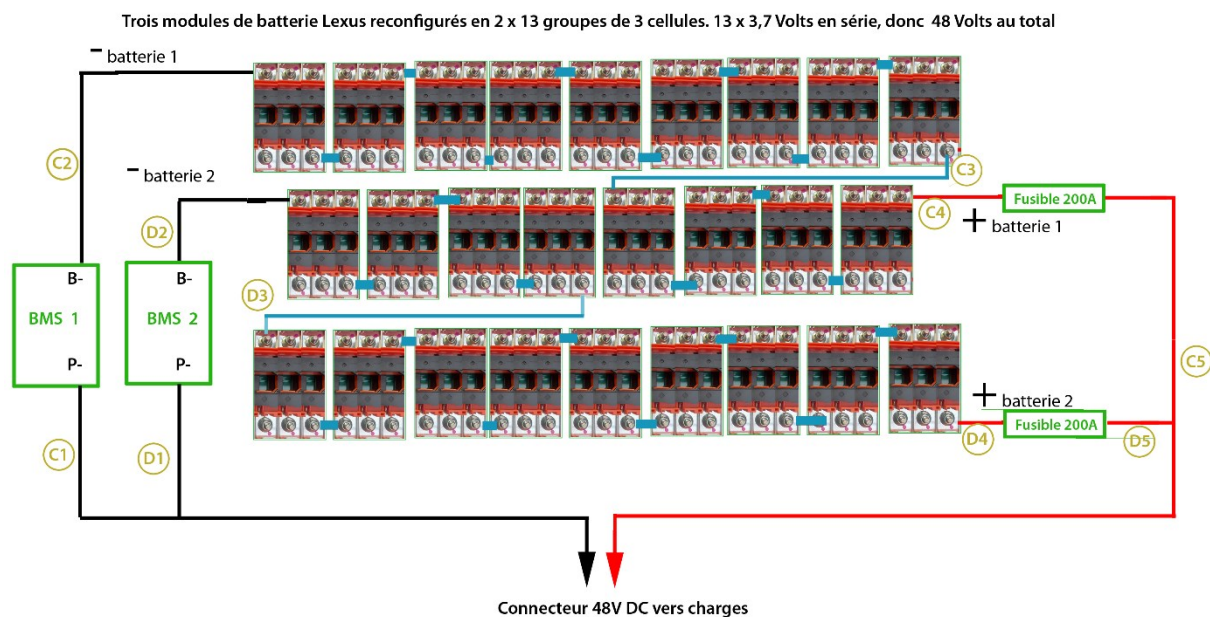


Un des modules 9S du pack d'origine Lexus UX300e (à droite, sans les capots en plastique).
Les modules n'ont pas de BMS intégré.



Les cellules sont boulonnées sur des vis M5 soudées aux cellules.
Couple de serrage à ne pas dépasser : 3 N.M. (0,3 kgm)

Pour transformer ces modules en une batterie 48Volts, on prendra 2 modules 9S et un module 8S. Le 8S sera séparé en deux groupes, chacun de ces groupes étant ensuite mis en série avec un des modules 9S. On obtiendra ainsi deux chaînes de 13 groupes de 3 cellules. Chaque chaîne devra être équipée d'un BMS et d'un fusible.



Important : pour conserver l'équilibrer entre les deux circuits, les câbles C1+C2+C3+C4+C5 et D1+D2+D3+D4+D5 doivent avoir des longueurs identiques

Sur le schéma, les trois modules ont été recâblés différemment du point de vue électrique, mais sont restés inchangés mécaniquement. Une autre solution aurait été d'ouvrir les modules, d'en extraire les cellules et de les recâbler différemment. Par exemple, on aurait pu regrouper les cellules en groupes de 6 en parallèle et constituer 13 de ces groupes. On ne devrait ainsi utiliser qu'un seul BMS, mais au prix d'un démontage et d'un remontage des modules.

Caractéristiques du pack d'origine Lexus UX300e

Cell format : prismatic
 Manufacturer : Panasonic
 Chemistry : NCM 62
 Identification : serial N° on module/pack 03EPE06F4010-119870000001
 Visual inspection : grade A
 Test performance : Grade A
 Pack configuration : 8 modules 9S3P et 3 modules 8S3P
 Pack capacity : 54 kWh
 Cell capacity : 187 Wh
 Module capacity : 9S3P = 5,06 kWh , 8S3P = 4,50 kWh
 Nominal charge C-rate : 0,5C (76A on 3P configuration)
 Nominal voltage : 355,2 Volts
 Max discharge C-rate : 1C (152A on 3P configuration)

Module type 1

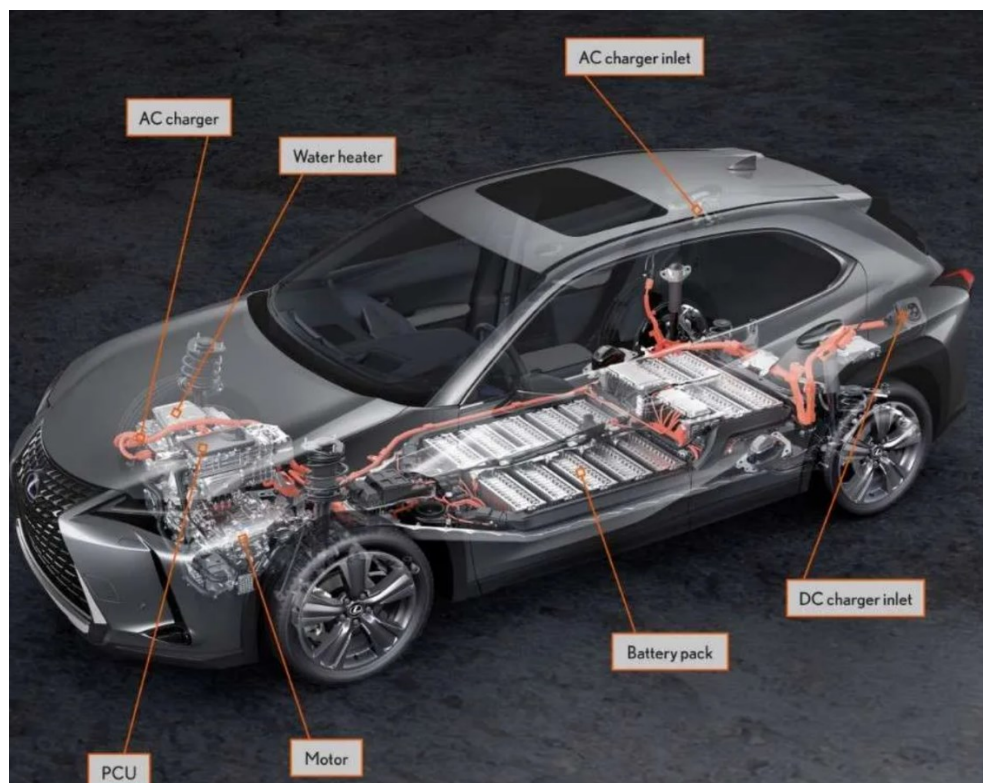
Dimensions	75x17.5x12 cm
Mass	23 kg
Nominal voltage	28,8 V
Nominal capacity	4,53 kWh
Energy density	0,197 kWh/kg
Configuration	8S3P
Cooling	Air cooling

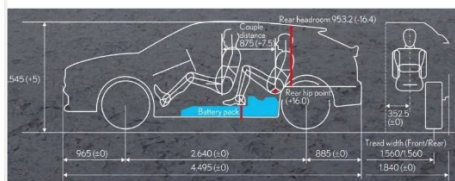
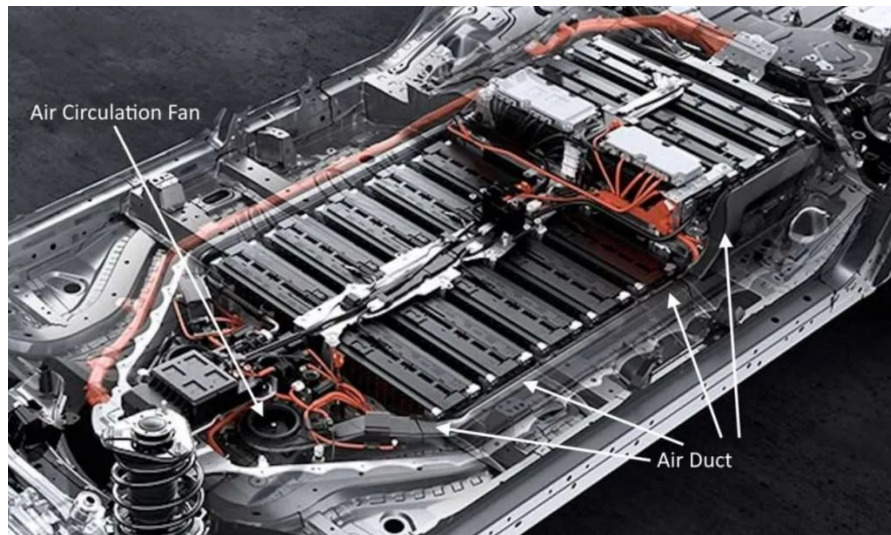
Module type 2

Dimensions	84x17.5x12 cm
Mass	27 kg
Nominal voltage	28,8 V

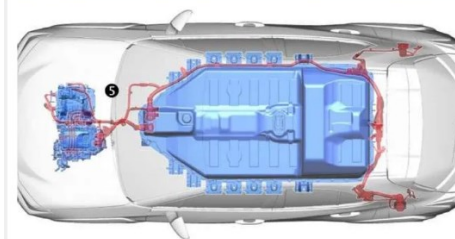
Nominal capacity	5,1 kWh
Energy density	0,189 kWh/kg
Configuration	9S3P
Cooling	Air cooling

Photos de la batterie dans le véhicule



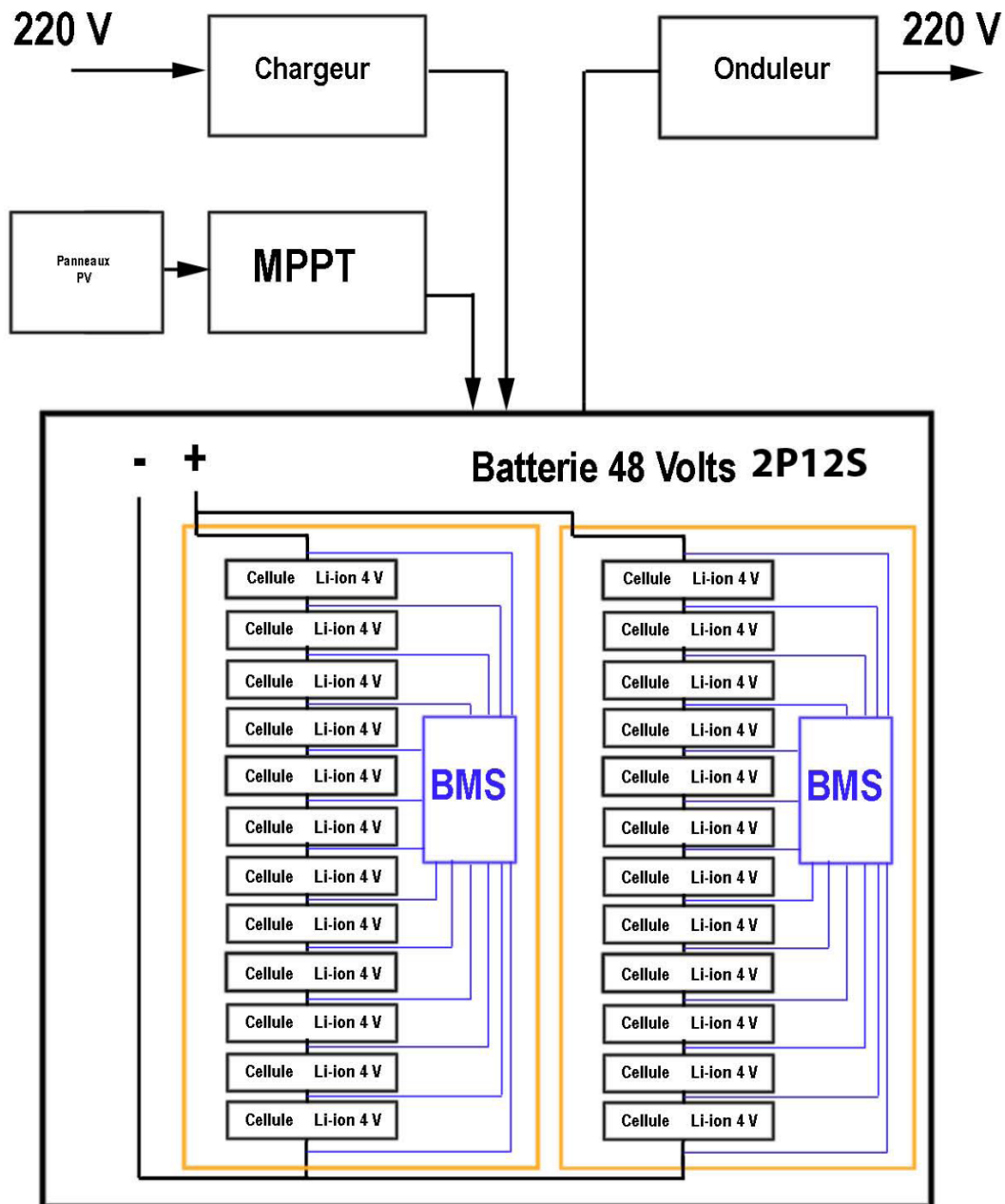


The 2021 Lexus UX 300e battery has been positioned to allow the front footwell to be slightly lower to improve the driving position.



There is significant structure in the battery frame to support the pack and provide both longitudinal and side impact crash protection.

Schéma de principe d'une batterie domestique off-grid

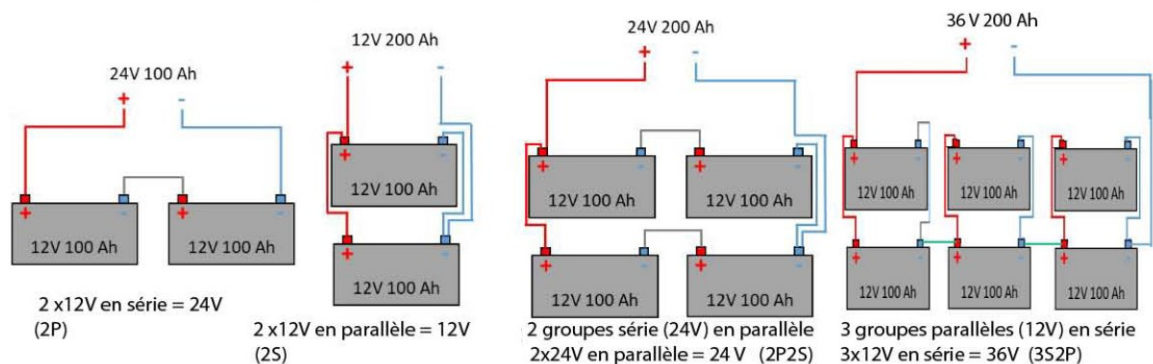


12S2P = 2 modules en parallèle, chacun fait de 12 cellules montées en série. Il existe d'autres configurations.
Exemples : 2P6S (Porsche Taycan), 14S80P (Battmaniak/ A.Baps) Chaque groupe série doit avoir son BMS. 3

(Schéma extrait des notes de l'atelier du 28 octobre 2023)

Configuration des batteries

Montage en parallèle ou en série



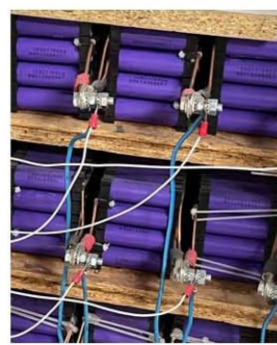
En série = les voltages s'additionnent, les courants sont identiques
En parallèle = les voltages sont identiques, les courants s'additionnent



12S2P (cellules 4V type 18650)
48 Volts

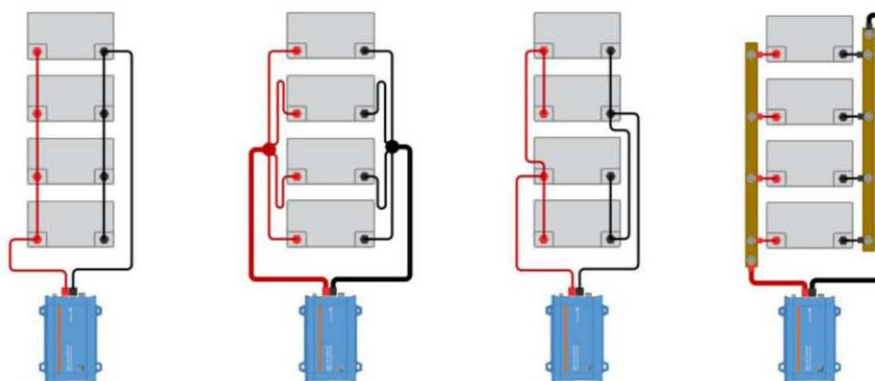


14S4P (cellules 18650)
56 Volts



14S80P (cellules 18650)
56 Volts

Equilibrage des branchements



Diagonal

Pôles

Point milieu

Busbar

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 !

4

(Extrait des notes de l'atelier du 28 octobre 2023)

Estimation des coûts

Durant l'atelier, on a tenté brièvement de répertorier les éléments nécessaires à une installation, avec pour chacun, le prix, le fournisseur, et la référence.

Description de l'installation : Maison unifamiliale avec alimentation en 400V avec neutre, monophasé ou triphasé (mais une seule phase est utilisée pour la batterie). La batterie de 15 kWh servira de backup et de tampon entre la consommation et les panneaux photovoltaïques (uniquement ceux connectés directement à la batterie). La batterie ne réinjecte pas d'électricité sur le réseau.

But de l'installation : 1/ maximiser l'autoconsommation, 2/ se rendre indépendant du réseau autant que possible en cas de coupure secteur ou de décrochage d'onduleur due à une surtension réseau.

Choix du BMS : prendre une version contrôlable en Bluetooth ou wifi pour un accès facile aux paramètres. Il vaut mieux ajouter à la batterie un équilibreur actif et donc le BMS n'a pas besoin d'avoir une forte capacité d'équilibrage.

Fusible : Le fusible est critique pour la sécurité. On préférera donc un fusible de marque connue (Victron par exemple).

Contrôleur et monitoring : Nous avons choisi une configuration Victron classique supervisée par un contrôleur Cerbo GX. En option, un ou deux compteurs d'énergie mesurent l'énergie entrant et sortant de la maison et/ou générée par les panneaux photovoltaïques non connectés à la batterie, ceci pour permettre au contrôleur de mieux optimiser l'autoconsommation au niveau du bâtiment et pas seulement au niveau de la batterie.

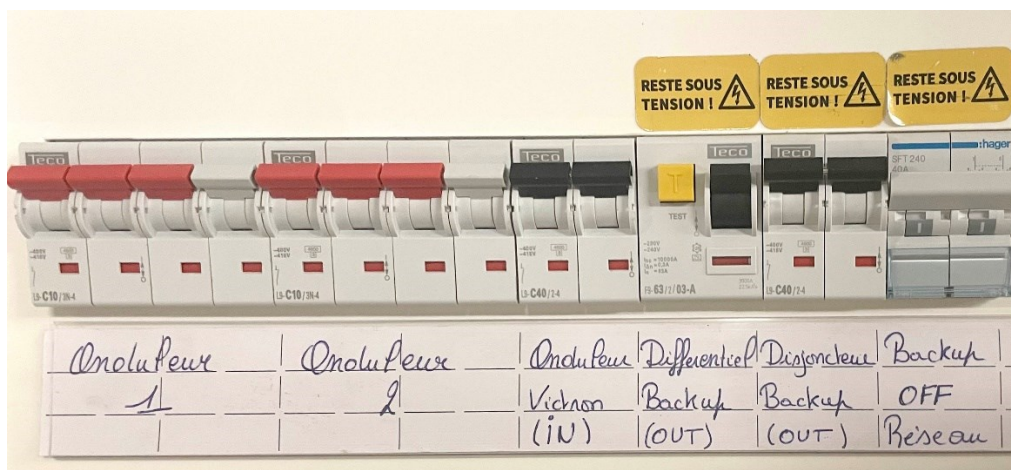
Chauffage de la batterie : En option, on peut ajouter une régulation de température pour empêcher celle-ci de descendre sous les 5°C. Ceci améliore les performances de la batterie par temps froid. Pour éviter tout risque d'emballement thermique, il faut choisir un chauffage PTC avec sécurité thermique. Pour une armoire décentement isolée, on prévoit une source de chaleur de 50 à 100 watts avec début de chauffage à 4°C et arrêt à 6°C.

Nomenclature BATTERIE [15 kWh Panasonic-Lexus]						
Composant	Qte	Prix/pc. TVAC	Prix total	Fournisseur /Revendeur	Référence	Remarques
Cellules de seconde vie (kWh)	15	60	900	Watt4Ever		2 modules 9S, 1 module 8S
Onduleur Victron 5000W	1	750	750	Victron Nkon.nl	Multiplus-II 5000/70	
Interrupteur de déconnexion de batterie M10 275A	2	10	20	Aliexpress DaierTek		
Fusible batterie MEGA 200A (dont 2 réserve)	4	25	100	Victron Nkon.nl		
Porte Fusible MEGA	2	5	10	Aliexpress	MEGA-Porte- fusible ANM	
BMS 150A Bluetooth	2	80	160	Aliexpress Smart JKBMS shop	BD6A24S15P	
Équilibreur 13S	2	55	110	Aliexpress Neey	Neey 5A9-14S NCM	
Busbar Lynx	1	180	180	Victron Nkon.nl	Lynx DC Distributor (M8)	Version avec LEDs

Shunt	1	320	320	Victron Nkon.nl	Lynx DC Shunt VE.can	
Cerbo GX	1	230	230	Victron Nkon.nl		
Écran tactile compatible Cerbo GX	1	80	80	Aliexpress Zy3000 Store	Écran tactile 8 » HDMI USB	210€ chez Victron
Boîtier	1			Occasion/ vente de faillite		
Chargeur solaire MPPT (1 à 8 suivant besoin)	0 à 8	320	320	SRNE ou Victron	typ.200-300€ pour 2,5kW.	Voir note. Ici : MC48N25 60A
Coffret BT 2 rangées (si besoin)	1	60	60	CEBEO Legrand	2 rangées avec porte	
Disjoncteurs 16A mono	1	8	8	CEBEO Hager	3kA-C-2P-16A- 2M	
Disjoncteurs 40A mono	1	16	16	CEBEO Hager	3kA-C-2P-40A- 2M	
Inverseur de source monophasé	1	57	57	CEBEO Hager	Inverseur modulaire 2 pôles 40A	
Disjoncteurs différentiels	2	104	104	CEBEO Hager	2P 63A 300mA Type A	
Compteur d'énergie Victron monophasé	0,1 ou 2	50	50	Victron NKON	ET112 Energy Meter	Voir note.
Compteur d'énergie Victron triphasé	0,1 ou 2	90	90	Victron NKON	ET340 Energy Meter	Voir note
Régulateur thermique (option)	1	5	5	Aliexpress		
Chauffage PTC 100-200W (option)	1	25	25	Aliexpress		PTC avec ventilateur 12 ou 220V
TOTAL avec TVA et transport			3595€	Avec les options choisies		

Les prix indiqués sont (autant que possible) TVA et transport compris

Note : Dans le tableau ci-dessus, on a choisi de prendre un compteur Victron triphasé pour mesurer l'énergie du compteur général, un compteur Victron monophasé pour mesurer la production d'un onduleur photovoltaïque existant non branché à la batterie. On a aussi ajouté un chargeur solaire MPPT 3kVA, ce qui suppose qu'on ajoute 3 à 4 kWc de panneaux connectés à la batterie (dont le prix n'est pas comptabilisé ici). Le prix de l'armoire batterie prévue pour installation à l'extérieur n'est pas inclus (prix en seconde vie de 0 à 300€, prix neuf environ 1000 à 1500€).



(A) (B) (C) (D)

Ci-dessus : (A) Disjoncteur de l'entrée « chargeur de batterie à partir du réseau, (B) Différentiel en sortie de l'onduleur batterie juste avant les consommateurs de la maison, (C) Disjoncteur 40A qui le précède, (D) Inverseur de source : en position haute, la maison est alimentée par la batterie ; au milieu, tout est coupé ; en bas, la maison est alimentée par le réseau.

Batterie de stockage et législation

Que dit la législation à propos des installations antérieures à 2024 ?

Concrètement, jusque fin 2024, les ménages wallons équipés de panneaux photovoltaïques bénéficiaient du mécanisme de compensation via le compteur réseau tournant à l'envers. Lorsque la production d'électricité des panneaux n'est pas directement consommée, elle est réinjectée sur le réseau et fait tourner le compteur à l'envers. Les coûts d'utilisation du réseau sont facturés via le tarif prosumer (forfait appliqué en fonction de la puissance de l'onduleur et du GRD) ou via le tarif de prélèvement si le client est équipé d'un compteur intelligent. Cette compensation est prévue jusqu'au 31 décembre 2030 pour toutes les installations mises en service avant le 1er janvier 2024. C'est donc le réseau qui fait office de batterie et le stockage à domicile n'a que peu d'intérêt économique.

Inconvénients de ce système : En cas d'augmentation de la puissance de l'onduleur (extension panneaux) de plus d'un kVA lors de l'installation d'une batterie, on perd la compensation en passant sous le nouveau régime.

Infos sur la redevance prosumer : www.battmaniak.be/prosumer

Que dit la législation sur les installations placées dès 2024 ?

En 2025, à la fin du principe de compensation, pour toute nouvelle installation (ou modification significative) l'injection de l'électricité sur le réseau sera alors revendue à un prix fixé par le fournisseur d'électricité (tarif de réinjection). Les gestionnaires de réseaux imposent l'installation d'un compteur communicant et le tarif prosumer n'est plus d'application. La batterie permet dès lors d'augmenter la partie d'électricité autoconsommée et d'être moins tributaire des variations de tarif d'achat et de vente d'électricité. (pour un kWh, vente en général <0,10€, achat > 0,35€).

On attend la nouvelle tarification prévue pour le 1/1/2026 pour déterminer la meilleure stratégie à mettre en place.

La production et la consommation d'une installation offgrid ne doivent pas être communiquées au gestionnaire de réseau. La consommation du chargeur de batterie d'une installation semi-offgrid est comptée comme une consommation domestique classique.

L'ajout d'une installation semi-offgrid n'influence pas le régime de compensation si on en bénéficie, pour autant qu'elle n'autorise pas d'injecter de l'énergie sur le réseau.

Étiquetage : des autocollants « Reste sous tension » sont obligatoires sur tous les circuits qui restent alimentés quand le courant est coupé au niveau du compteur. De même, la tension de la batterie doit être affichée sur l'armoire.



Risques d'incendie : pour se prémunir de tout risque, on conseille toujours d'installer la batterie dans une armoire métallique à l'extérieur du bâtiment.

Assurances : communiquez à votre assureur l'attestation de contrôle de votre installation électrique en signalant que vous avez une batterie.



www.battmaniak.be