

Les notions de base de l'énergie solaire dans la production de l'électricité

Apprenez les notions de bases essentielles à l'utilisation de l'énergie solaire pour mieux comprendre votre projet. La planification de votre projet commence par la compréhension des notions de base présentées dans cette section.

Un excellent point de départ pour les débutants.

L'énergie solaire fonctionne très bien pour la plupart des appareils à l'exception des gros appareils qui utilisent un élément chauffant électrique comme, par exemple, le chauffe-eau, la sècheuse et la cuisinière ou les systèmes de chauffage électrique complets pour la maison. Il n'est pas rentable d'utiliser l'énergie solaire pour alimenter ces appareils. La conversion au gaz naturel, au propane ou autres alternatives est normalement recommandée. L'énergie solaire peut être utilisée pour alimenter une sècheuse à gaz (Maytag, etc.) puisque le besoin en électricité se limite à l'alimentation du moteur du tambour et/ou à l'allumeur et non à l'alimentation d'un élément chauffant pour le séchage du linge.

Les notions de base de l'énergie solaire :

L'utilisation de l'énergie solaire pour la production de l'électricité n'est pas la même chose que l'utilisation de l'énergie solaire pour produire de la chaleur. Les principes *thermiques* solaires sont appliqués pour réchauffer des liquides ou l'air. Les principes *photovoltaïques* sont utilisés pour produire de l'électricité. Un panneau solaire [panneau photovoltaïque (PV)] est fabriqué à partir d'un élément naturel, le silicium, qui devient électriquement chargé lorsque exposé aux rayons solaires.

Les panneaux solaires sont orientés vers le Sud solaire dans l'hémisphère nord et vers le Nord solaire dans l'hémisphère sud (ces pôles sont légèrement différents des pôles magnétiques Nord et Sud) à un angle dicté par l'emplacement géographique et la latitude où ils seront installés. Normalement, l'angle du réseau PV est réglé dans une plage s'étendant entre la latitude du site plus 15° et la latitude du site moins 15°, selon qu'un léger biais vers l'hiver ou l'été soit souhaitable pour le système. Plusieurs réseaux solaires sont montés à un angle égal à la latitude du site sans biais pour les périodes saisonnières.

Cette charge électrique est consolidée dans le panneau PV et dirigée vers les bornes de sortie pour générer une basse tension (courant continu), normalement de 6 à 24 volts. La sortie la plus courante est une tension nominale de 12 volts alors que la tension efficace s'élève normalement jusqu'à 17 volts. La tension nominale de sortie de 12 volts est la tension de référence alors que la tension de fonctionnement peut être de 17 volts ou plus, similaire à l'alternateur de votre voiture qui charge la batterie de 12 volts à une tension beaucoup plus élevée que 12 volts. Ainsi, il existe une différence entre la tension de référence et la tension de fonctionnement réelle.

L'intensité du rayonnement solaire varie avec l'heure du jour, le temps de l'année et les conditions atmosphériques. Pour effectuer les calculs lors de la planification d'un système, le montant total de l'énergie du rayonnement solaire est exprimé en heures de plein soleil par m², ou heures de pointe solaires. Ce terme, heures de pointe solaires, représente le montant moyen de d'énergie solaire disponible chaque jour au cours de l'année.

Il est présumé qu'en « plein soleil de pointe », une puissance de **1000 W/m²** atteint la surface terrestre. Une heure de plein soleil génère donc **1000 W/h par m² = 1 kWh/m²** - représentant l'énergie solaire reçue pendant une heure par un jour d'été

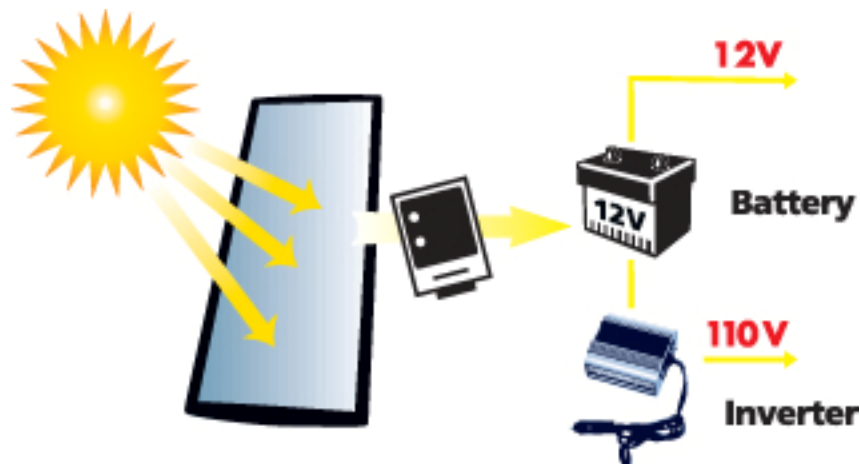
ensoleillé et sans nuage sur une surface d'un mètre carré orientée vers le soleil. Pour mettre ceci en perspective, l'United States Department of Energy indique que le montant d'énergie solaire frappant la surface de la terre à chaque heure est plus grand que le montant total d'énergie que la population terrestre totale nécessite pendant un an. Une perspective est qu'environ 100 miles carrés de panneaux solaires installés dans le Sud-ouest américain pourraient alimenter le pays.

La moyenne quotidienne des heures de pointe solaires, basée soit sur les statistiques d'une année complète, soit sur la moyenne du pire mois des statistiques d'une année, est utilisée à des fins de calculs dans la conception du système. Pour voir la moyenne des heures de pointe solaires pour votre secteur, consultez les cartes solaires dans la section Calculateur solaire du site Web de Sunforce.

Donc, nous pouvons conclure que la puissance d'un système varie en fonction de l'emplacement géographique. Les gens demeurant dans le Nord-est américain auront besoin d'un plus grand nombre de panneaux solaires dans leur système pour produire la même quantité d'énergie que ceux qui demeurent en Arizona. Les représentants du Service de l'assistance technique de Sunforce peuvent vous conseiller sur le sujet si vous avez des questions sur votre région.

Composantes utilisées pour générer de l'énergie solaire :

Les quatre composantes principales pour générer de l'électricité à partir de l'énergie solaire pour fournir l'alimentation courante de 110 – 120 volts CA pour l'utilisation quotidienne sont : les panneaux solaires, le contrôleur de charge, la batterie et l'onduleur. Les panneaux solaires chargent la batterie alors que le contrôleur de charge assure que la batterie est chargée correctement. La batterie fournit la tension CC à l'onduleur qui convertit la tension CC à la tension CA normale. Si une tension de 220 - 240 volts CA est requise, un transformateur est alors ajouté ou deux onduleurs identiques sont branchés en série pour générer la tension de 240 volts.



Unable to edit picture. English text to be replaced by corresponding French text

12V = 12 V

Battery = Batterie

110V = 110 V

Inverter = Onduleur

Panneaux solaires :

La sortie d'un panneau solaire est normalement exprimée en watts et la puissance est déterminée en multipliant la tension nominale par l'intensité du courant nominal. La formule pour la puissance est : VOLTS x AMPÈRES = WATTS. Par exemple, un panneau solaire de 12 volts, 60 watts, mesurant environ 20 x 44 pouces, génère une tension nominale de 17,1 volts et un courant nominal de 3,5 ampères.

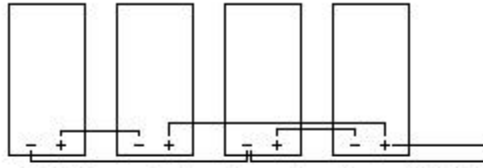
$$V \times A = W$$

$$17,1 \text{ volts} \times 3,5 \text{ ampères} = 60 \text{ watts}$$

Si une moyenne de 6 heures solaires de pointe est disponible dans une région, alors le panneau solaire ci-dessus peut générer en moyenne 360 wattheures par jour : 60 W x 6 heures = 360 wattheures. Puisque l'intensité de la lumière solaire illuminant le panneau solaire varie au cours de la journée, nous utilisons l'expression « heures solaires de pointe » comme méthode pour aplanir les variations en une moyenne quotidienne. La lumière solaire tôt le matin et tard dans la journée produit moins d'énergie que la lumière solaire de midi. Naturellement, il va de soi que moins d'énergie sera produite durant les jours nuageux que durant les jours ensoleillés. Pour la planification d'un système, votre région géographique est évaluée en heures solaires de pointe moyennes par jour basées sur les données solaires annuelles. Les heures solaires de pointe moyennes pour les différentes régions géographiques sont énumérées dans la section ci-dessus.

Les panneaux solaires peuvent être branchés en série ou en parallèle pour augmenter respectivement la tension ou le courant et ils peuvent être branchés simultanément en série et en parallèle pour augmenter les deux, la tension et le courant. Le câblage **en série** réfère à la connexion de la borne positive d'un panneau à la borne négative d'un autre panneau. Le résultat est qu'aux bornes extrêmes positive et négative, une tension égale à la somme de la tension des deux panneaux sera présente alors que le courant demeurera le même que celui d'un seul panneau. Donc, deux panneaux de 12 volts, 3,5 ampères, branchés en série génèrent 24 volts à 3,5 ampères. Quatre de ces panneaux branchés en série généreraient 48 volts à 3,5 ampères. Le câblage **en parallèle** réfère à la connexion des bornes positives aux bornes positives et des bornes négatives aux bornes négatives. Le résultat est que la tension demeure la même alors que le courant devient la somme des courants des panneaux. Donc, deux panneaux de 12 volts, 3,5 ampères, branchés en parallèle généreraient 12 volts à 7 ampères. Quatre panneaux généreraient 12 volts à 14 ampères.

Le branchement **série/parallèle** réfère à l'état où les deux branchements indiqués ci-dessus sont réalisés simultanément, augmentant ainsi la tension (volts) et le courant (ampères) pour obtenir la tension désirée comme dans les systèmes de 24 ou de 48 volts. Le diagramme ci-dessous illustre cette configuration. De plus, ces quatre panneaux peuvent être branchés en parallèle avec quatre autres panneaux et ainsi de suite pour créer un réseau plus étendu.



Two 12v/3.5A panels in series and two in parallel. This doubles the voltage and doubles the amps to make 24 volts and 7 amps.

Unable to edit the figure. English text to be replaced by its corresponding French text

Two 12v/3.5A panels... = Deux panneaux de 12 volts, 3,5 ampères branchés en série et deux autres panneaux branchés en parallèle. Cette configuration double la tension et le courant pour obtenir 24 volts et 7 ampères.

Contrôleur de charge :

Un contrôleur de charge surveille l'état de la charge de la batterie et assure que la batterie reçoive un courant de recharge lorsqu'elle en a besoin. De plus, le contrôleur assure que la batterie n'est pas surchargée. Le branchement d'un panneau solaire directement à une batterie sans un contrôleur de charge risque sérieusement d'endommager la batterie et de créer une condition sécuritaire dangereuse.

Les contrôleurs de charge sont évalués en fonction du montant de courant qu'ils peuvent fournir à partir d'un réseau de panneaux solaires. Si un contrôleur est évalué à 20 ampères, ceci signifie que vous pouvez brancher un panneau solaire ayant un courant de sortie de 20 ampères à ce contrôleur. Les contrôleurs de charge les plus avancés utilisent un principe de charge appelé « modulation d'impulsions en durée » (MID) (en anglais, PWM – Pulse Width Modulation) qui assure la charge la plus efficace de la batterie et en prolonge la vie. Les contrôleurs encore plus avancés comportent la fonction « suivi du point de puissance maximal » (SPPM) (en anglais, MPPT – Maximum Power Point Tracking) qui maximise le montant de courant entrant dans la batterie à partir du réseau de panneaux solaires en abaissant la tension de sortie des panneaux ce qui augmente le courant de charge (ampères) de la batterie. Si un panneau peut générer 60 watts avec une tension de 17,2 et un courant de **3,5** ampères, alors, si la tension est abaissée à 14 volts, le courant augmente à **4,28** ampères (14 volts x 4,28 ampères = 60 watts) résultant en une augmentation de 19 % du courant de charge dans cet exemple.

Plusieurs contrôleurs de charge offrent aussi en option la fonction « débranchement à basse tension (DBT) (en anglais, Low Voltage Disconnect – LVD) et la fonction « compensation pour température de batterie » (CTB) (en anglais, Battery Temperature Compensation - BTC). La fonction DBT permet de brancher aux bornes DBT des charges qui sont sensibles à la tension. Si la tension de la batterie s'abaisse trop, les charges sont débranchées, prévenant ainsi des dommages possibles à la batterie et aux charges. La fonction CTB ajuste le taux de la charge en fonction de la température de la batterie puisque les batteries sont sensibles aux variations de température au-dessus et sous 75 °F.

Batteries :

Les batteries à décharge poussée utilisées sont conçues pour être déchargées et rechargées des centaines ou des milliers de fois. Ces batteries sont évaluées en ampères-heures (Ah), normalement pour 20 heures et 100 heures. Énoncé

simplement, l'unité ampère-heure réfère au montant de courant, en ampères, pouvant être fourni par la batterie pendant un certain nombre d'heures. Par exemple, une batterie de 350 Ah pourrait fournir continuellement 17,5 ampères pendant 20 heures ou 35 ampères pendant 10 heures. Pour déterminer rapidement le nombre de watts possiblement disponibles dans une batterie de 6 volts, 360 Ah : $360 \text{ Ah} \times 6 \text{ volts} = 2160 \text{ watts}$ ou 2,16 kWh (kilowatts-heures). Comme les panneaux solaires, les batteries sont branchées en série et/ou en parallèle pour augmenter la tension au niveau désiré et augmenter les ampères-heures.

La batterie devrait avoir une capacité ampères-heures suffisante pour fournir l'énergie requise durant la période « sans soleil » la plus longue ou des conditions extrêmement nuageuses auxquelles on s'attend. La batterie au plomb-acide sélectionnée devrait excéder cette capacité par au moins 20%. S'il existe une source d'alimentation de secours (une génératrice en attente) ainsi qu'un chargeur de batteries, le groupe de batteries ne doit pas être évalué en fonction des pires conditions atmosphériques.

La dimension du groupe de batteries requis dépendra de la capacité d'emmagasinement nécessaire, du taux de décharge maximal, du taux de charge maximal et de la température minimale à laquelle les batteries seront utilisées. Lors de la planification, tous ces facteurs sont considérés et celui exigeant la plus grande capacité servira de barème pour déterminer la dimension du groupe de batteries.

Une des plus grandes erreurs faites par les débutants est le manque de compréhension du rapport existant entre les exigences en ampères et en ampères-heures des appareils de 120 volts CA versus les effets sur leurs batteries à basse tension CC. Par exemple, supposons que vous utilisez un système de 24 volts nominal et un onduleur alimentant une charge de 3 ampères, à 120 VCA, qui a un cycle d'utilisation de 4 heures par jour. Vous auriez donc une charge de 12 ampères-heures : $3 \text{ ampères} \times 4 \text{ heures} = 12 \text{ Ah}$. Cependant, pour déterminer le drain réel sur vos batteries, vous devez diviser la tension alimentant la charge (120 volts) par la tension nominale de vos batteries (24 volts) qui donne un résultat de **5** et puis multiplier ce résultat par vos ampères-heures de la tension de 120 VCA (**5 x 12 Ah**). Donc, dans ce cas, le calcul indique un drain de vos batteries de **60 ampères-heures** et non de 12 ampères-heures. Une autre méthode simple est de prendre la valeur **wattheures** totale de votre appareil de 120 VCA et de la diviser par la tension nominale du système. Utilisant l'exemple ci-dessus : $3 \text{ ampères} \times 120 \text{ volts} \times 4 \text{ heures} = 1440 \text{ wattheures} \div 24 \text{ VCC} = 60 \text{ ampères-heures}$.

Les batteries à plomb-acide sont les plus utilisées dans les systèmes PV parce que leur coût initial est inférieur et qu'elles sont faciles à trouver presque partout à travers le monde. Les batteries à plomb-acide existent dans plusieurs dimensions et conceptions. Cependant, la caractéristique la plus importante est qu'elles soient des batteries à décharge poussée. Les batteries à plomb-acide sont offertes dans des versions liquides (qui nécessitent de l'entretien) et dans des versions scellées sans entretien. Les batteries à décharge poussée AGM et sèches sont aussi populaires parce qu'elles ne requièrent aucun entretien and durent beaucoup plus longtemps.

Utilisation d'un onduleur :

Un onduleur est un appareil qui convertit l'énergie CC emmagasinée dans une batterie à la tension normalisée de 120/240 volts CA (aussi identifiée comme la tension de 110/220 volts). La plupart des systèmes énergétiques solaires génèrent

un courant CC qui est emmagasiné dans des batteries. Presque tous les dispositifs d'éclairage, les appareils, les moteurs, etc., sont conçus pour être alimentés par une tension CA et, de ce fait, un onduleur est requis pour effectuer la conversion de l'énergie CC emmagasinée dans des batteries à la tension courante (120 V, 60 Hz).

Dans un onduleur, le courant continu (CC) est commuté alternativement pour générer un courant alternatif (CA). Puis le courant est transformé, filtré, élevé, etc. pour obtenir une forme d'onde acceptable en sortie. Plus il a de traitement et de filtrage et plus la sortie est propre et sans bruit, plus l'efficacité de la conversion est basse. L'objectif devient de produire une forme d'onde acceptable à toutes les charges sans sacrifier trop de puissance dans le procédé de la conversion.

Deux types d'onduleurs sont offerts sur le marché : les onduleurs à onde sinusoïdale pure et les onduleurs à onde sinusoïdale modifiée. La plupart des appareils de 120 VCA peuvent utiliser l'onduleur à onde sinusoïdale modifiée. Cependant il existe des exceptions notables. Les appareils comme les imprimantes laser qui utilisent des triacs et/ou des redresseurs de courant au silicium sont endommagés lorsqu'alimentés à une source à onde sinusoïdale modifiée. Les moteurs et les blocs d'alimentation fonctionnent généralement plus chauds et sont moins efficaces s'ils sont alimentés à une tension à onde sinusoïdale modifiée. Certains appareils, comme les ventilateurs, les amplificateurs et les lampes fluorescentes génèrent un grondement audible lorsqu'alimentés par une source à onde sinusoïdale modifiée. Cependant, les onduleurs à onde sinusoïdale modifiée convertissent très efficacement le CC au CA. Ils sont relativement peu dispendieux et plusieurs appareils électriques utilisés tous les jours fonctionnent très bien avec eux.

Les onduleurs à onde sinusoïdale pure peuvent alimenter pratiquement n'importe quel appareil. Votre fournisseur d'électricité offre des onduleurs à onde sinusoïdale pure. Donc, un onduleur à onde sinusoïdale pure génère une alimentation égale ou même meilleure que l'alimentation provenant du secteur électrique. Un onduleur à onde sinusoïdale pure peut « nettoyer » l'alimentation du secteur ou d'une génératrice grâce à ses circuits de traitement internes.

Les onduleurs sont conçus avec différentes fonctions internes et plusieurs permettent l'utilisation d'interface d'équipement externe. Parmi les fonctions internes courantes sont les chargeurs de batteries internes qui chargent rapidement les batteries lorsque la source CA provenant d'une génératrice ou du secteur est branchée aux bornes INPUT (ENTRÉE) de l'onduleur. La commutation automatique est aussi une fonction interne courante qui permet de commuter d'une source CA à une autre source CA et/ou du réseau électrique à l'alimentation de l'onduleur pour des charges désignées. Les fonctions de compensation de température de batterie, de relais internes pour contrôler les chargeurs, du démarrage ou de l'arrêt automatique à distance et plusieurs autres fonctions programmables sont aussi disponibles.

La plupart des onduleurs génèrent 120 VCA. Ils peuvent être équipés d'un transformateur élévateur pour générer 120/240 VCA. Certains onduleurs peuvent être « superposés-interfacés » en série ou en parallèle pour générer 120/240 VCA ou pour augmenter le courant disponible.

Pertes d'efficacité :

Dans tous les systèmes il existe des pertes causées par les chutes de tension lorsque

l'électricité passe par les fils, par le fait que les batteries et les onduleurs ne sont pas 100 pourcent efficaces et pour d'autres facteurs. Ces pertes d'efficacité varient d'une composante à l'autre et d'un système à l'autre et peuvent s'élever jusqu'à 25 pourcent.