Production d'Énergie Électrique

En général, l'énergie peut être définie comme tout ce qui a « le potentiel de provoquer des changements ». La définition la plus courante de l'énergie est le travail que peut effectuer une certaine force (gravitationnelle, électromagnétique). L'énergie est conservée, ce qui signifie qu'elle ne peut pas être créée ni détruite, mais seulement convertie d'une forme à une autre. Par exemple, une batterie convertit l'énergie chimique en énergie électrique.

L'objectif du présent guide est de guider les utilisateurs sur la manière de transformer et d'utiliser l'énergie électrique et le courant électrique utilisés pour les équipements et les dispositifs nécessaires dans les interventions humanitaires, notamment : comprendre les concepts électriques de base, savoir comment dimensionner correctement les installations, et comment gérer efficacement les installations électriques.

Termes Courants relatifs à la Production d'Électricité

CA	est l'abréviation de Courant Alternatif.
CC	est l'abréviation de Courant Continu.
Électrons	désigne des petites particules chargées qui font partie de la structure moléculaire des matériaux.
Électron Libre	désigne un électron qui est facilement séparé du noyau de l'atome auquel il appartient.
Conducteurs	désigne des corps qui possèdent des électrons libres (les métaux, par exemple, mais aussi le corps humain et la terre).
Isolants	désigne des corps qui ne possèdent pas d'électrons libres (par exemple le verre, le plastique et le bois).
Tension (U)	désigne la différence de charge entre deux points.
Courant (I)	désigne la vitesse à laquelle la charge circule.
Résistance (R)	désigne la tendance d'un matériau à résister au flux de charge (courant).
Circuit	désigne une boucle fermée qui permet à la charge de se déplacer d'un endroit à un autre.
Résistor	désigne tout matériau qui permet de convertir l'énergie électrique en énergie thermique.

Surcharge	désigne la puissance supplémentaire disponible pendant un court laps de temps.
Batterie VRLA	est l'abréviation de batterie au plomb-acide régulée par soupape.
Plage de tension d'absorption	désigne le niveau de charge qui peut être appliqué sans surchauffer la batterie.
Plage de tension de flottement	désigne la tension à laquelle une batterie est maintenue après avoir été entièrement chargée.
Panneau de Distribution :	Il s'agit d'un disjoncteur qui contient de nombreux circuits électriques. Il permet d'activer ou de désactiver un circuit.
Disjoncteurs et Fusibles :	Ils protègent les fils de la surchauffe et se trouvent dans le boîtier du panneau de distribution. En cas de surcharge, c'est-à-dire lorsque le courant circule trop, les fusibles sautent ou les disjoncteurs se déclenchent. Les fusibles et les disjoncteurs sont calibrés de sorte qu'à un courant particulier, ils seront endommagés et le circuit sera coupé.
Interrupteurs :	Les interrupteurs peuvent mettre les circuits sous tension, c'est-à-dire qu'ils permettent le passage d'un courant. S'ils sont utilisés sans précaution, ils peuvent causer des dommages aux personnes et à l'équipement. Les prises relient les appareils à un circuit.
Mise à la terre/mise à la masse	désigne la connexion des parties métalliques des appareils électriques à la terre.
(W)	est l'abréviation de Watt, l'unité de mesure de la Puissance.
(Wh)	est l'abréviation de Wattheure, l'unité de mesure de l'Énergie.
(V)	est l'abréviation de Volt, l'unité de mesure de la Tension.
(A)	est l'abréviation d'Ampère, l'unité de mesure du Courant Électrique.

Comparaison de la Terminologie au Royaume-Uni et aux États-Unis

Dans le cadre du présent guide, la terminologie américaine est plus fréquemment utilisée.

Royaume-Uni	États-Unis
2-way lighting, switch	Switch 3-way lighting, switch
Cooker	Range
Distribution board	Distribution panel, breaker panel
Earth, earthing	Ground, grounding
Fitting	Fixture
Residual current device (RCD)	Ground fault circuit interrupter (GFCI)
Skirting board	Baseboard
Strapper	Traveller

Notions de Base en Électricité

Un courant électrique est un flux de charge électrique dans un circuit - le flux d'électrons libres entre deux points d'un conducteur. Ces électrons libres en mouvement constituent l'énergie électrique. La production d'électricité consiste à forcer des électrons à se déplacer ensemble dans un matériau conducteur en créant un déficit d'électrons d'un côté du conducteur, et un surplus de l'autre côté.

Le dispositif qui produit ce déséquilibre s'appelle un générateur. La borne du côté surplus est marquée +, celle du côté du déficit –.

Lorsqu'une charge est connectée aux bornes du générateur, celui-ci pousse les électrons : il absorbe les particules chargées positivement et renvoie les particules chargées négativement. Dans un circuit, les électrons circulent de la borne - vers la borne +.

Pour pouvoir utiliser les équipements électriques correctement et en toute sécurité, il est important de comprendre le fonctionnement de l'électricité. Il est essentiel de comprendre les trois éléments de base nécessaires pour manipuler et utiliser l'électricité - la tension, le courant et la résistance - et la manière dont ils sont liés les uns aux autres.

Charge Électrique

L'électricité est le mouvement des électrons. Les électrons créent une charge, qui est exploitée pour produire de l'énergie. Tout appareil électrique - une ampoule, un téléphone, un réfrigérateur - exploite le mouvement des électrons pour fonctionner. Les trois principes de base du présent guide peuvent être expliqués en utilisant les électrons, ou plus précisément, la charge qu'ils créent :

- **Tension** - La différence de charge entre deux points.
- **Courant (Ampère)** - La vitesse à laquelle une charge donnée circule.
- **Résistance** - La tendance d'un matériau à résister au flux de charge (courant).

Ces valeurs décrivent le mouvement de la charge, et donc, le comportement des électrons.

Un **circuit** est une boucle fermée qui permet à la charge de se déplacer d'un endroit à un autre. Les composants du circuit permettent de contrôler cette charge et de l'utiliser pour effectuer un travail.

Mesures Électriques

- **Puissance** - L'énergie consommée par la charge.
- **Énergie** - La quantité d'électricité consommée ou produite pendant une période de temps donnée.

Différence de Potentiel Électrique (Tension)

La Tension (U) est définie comme la quantité d'énergie potentielle entre deux points d'un circuit. Cette différence de charge entre les pôles + et - d'un générateur est mesurée en volts et est représentée par la lettre « V ». La tension peut parfois être appelée « pression électrique », une analogie appropriée car la force fournie par la différence de potentiel électrique aux électrons traversant un matériau conducteur peut être comparée à la pression de l'eau lorsque l'eau se déplace dans un tuyau ; plus les volts sont élevés, plus la « pression de l'eau » est importante.

L'énergie disponible des électrons libres en mouvement est ce qui constitue l'énergie électrique. La production d'électricité consiste à forcer les électrons à se déplacer ensemble dans un matériau conducteur en créant un déficit d'électrons d'un côté du conducteur, et un surplus de l'autre côté. La borne du côté surplus est marquée (+), celle du côté du déficit (–).

La tension est déterminée par le réseau de distribution. Par exemple, 220 V entre les bornes de la plupart des prises électriques, ou 1,5 V entre les bornes d'une batterie.

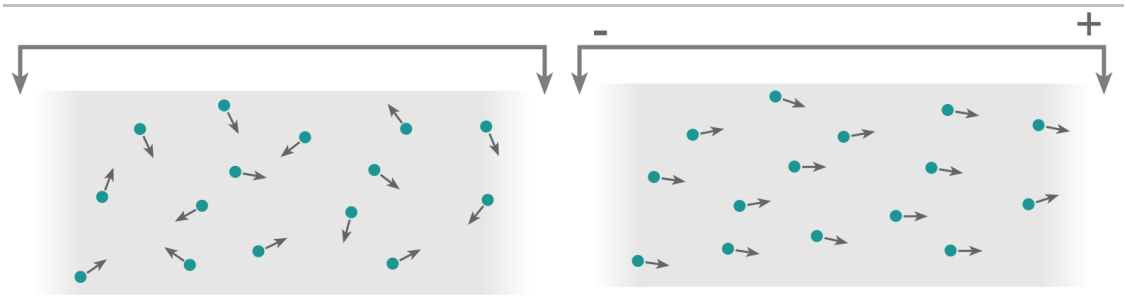
Courant Électrique

Un Courant Électrique (I) est le flux d'électrons libres entre deux points d'un conducteur. Lorsque les électrons se déplacent, une quantité de charge se déplace avec eux ; c'est ce qu'on appelle le courant. Le nombre d'électrons qui peuvent se déplacer dans une substance donnée est régi par les propriétés physiques de la substance elle-même conductrice de l'électricité - certains matériaux permettent au courant de mieux circuler que d'autres. Le courant électrique (I) est exprimé et mesuré en Ampères (A) comme unité de base du courant électrique. En règle générale, lorsque l'on travaille avec des équipements ou des installations électriques, le courant est habituellement exprimé en ampères. Si les volts (V) peuvent être comparés à la pression de l'eau passant dans un tuyau, les ampères (A) peuvent être comparés au volume total d'eau capable de s'écouler dans le tuyau à un moment donné.

Le mouvement des électrons libres est normalement aléatoire, ce qui n'entraîne aucun mouvement global de la charge. Si une force agit sur les électrons pour les déplacer dans une direction particulière, alors ils dériveront tous dans la même direction.

Schéma : Électrons libres dans un matériau conducteur avec et sans courant appliqué

Aucune Différence de Potentiel Appliquée **Différence de Potentiel**



Électrons Libres **Électrons Libres**

Lorsqu'une ampoule est connectée à un générateur, une certaine quantité d'électrons passe dans les fils (filament) de l'ampoule. Ce flux d'électrons correspond au courant (I), et est mesuré en ampères (A).

Le courant est fonction de : La puissance (P), la tension (V) et la résistance (R).

$I = U / R$

La résistance

Parfois, les électrons sont retenus dans leurs structures moléculaires respectives, tandis que d'autres fois, ils peuvent se déplacer relativement librement. La résistance d'un objet est la tendance de cet objet à s'opposer au passage du courant électrique. En termes d'électricité, la résistance d'un matériau conducteur est une mesure de la manière dont l'appareil ou le matériau réduit le courant électrique qui le traverse. Chaque matériau a un certain degré de résistance ; il peut être très faible – comme le cuivre (1 à 2 ohms par mètre) – ou très élevé – comme le bois (1 0000 000 ohms par mètre). Par analogie avec l'eau qui s'écoule dans un tuyau, la résistance est plus grande lorsque le tuyau est plus étroit, ce qui réduit le débit d'eau.

Dans deux circuits avec des tensions égales et des résistances différentes, le circuit ayant la résistance la plus élevée permettra à moins de charge de circuler, ce qui signifie que le circuit ayant la résistance la plus élevée est traversé par moins de courant.

Moins de Résistance **Plus de Résistance**

La Résistance (R) est exprimée en ohms. L'Ohm définit l'unité de résistance de « 1 ohm » comme la résistance entre deux points d'un conducteur où l'application de 1 volt poussera 1 ampère. Cette valeur est généralement représentée dans les schémas par la lettre grecque « Ω », qui s'appelle oméga et se prononce « ohm ».

Pour une tension donnée, le courant est proportionnel à la résistance. Cette proportionnalité, exprimée sous forme de relation mathématique, est connue sous le nom de Loi d'Ohm :

$U = I \times R$

Tension = Courant x Résistance

Pour une tension constante, l'augmentation de la résistance réduira le courant. Inversement, le courant augmentera si la résistance est diminuée. À résistance constante, si la tension augmente, le courant augmentera également. La Loi d'Ohm n'est valable que pour une résistance pure, c'est-à-dire pour les appareils qui convertissent l'énergie électrique en énergie purement thermique. Avec les moteurs, par exemple, ce n'est pas le cas.

Les appareils électriques peuvent avoir des résistances spécialement conçues pour limiter le courant qui traverse un composant, afin de ne pas l'endommager.

La résistance est déterminée par la charge. Par exemple, les fils conducteurs ayant une plus grande section transversale offrent moins de résistance au passage du courant, ce qui entraîne une plus petite perte de tension. Inversement, la résistance est directement proportionnelle à la longueur du fil. Pour minimiser la perte de tension, un courant a besoin du fil le plus court possible avec une grande section transversale. (voir la section sur le câblage). Veuillez noter également que le type de fil (cuivre, fer, etc.) affecte également la résistance d'un câble.

Lorsque la résistance d'un circuit électrique est proche de zéro, le courant peut devenir extrêmement important, entraînant parfois ce qu'on appelle un « court-circuit ». Un court-circuit provoquera une surintensité dans le circuit électrique et peut endommager le circuit ou l'appareil.

Puissance

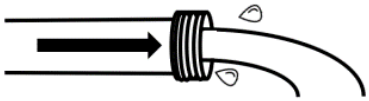
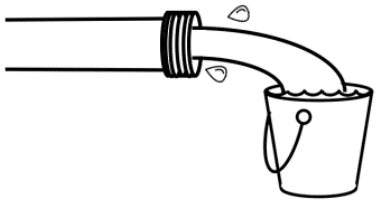
La puissance électrique (P) est la quantité de travail effectué par un courant électrique dans une unité de temps. Elle représente la quantité d'énergie consommée par un appareil connecté au circuit. Elle est calculée en multipliant la tension par le courant, et est exprimée en Watts (W).

$P = U \times I$

Puissance = Tension x Courant

Plus la charge est puissante, plus elle consomme de courant. Ce calcul est utile pour analyser les besoins en puissance.

Puissance c. Énergie

PUISSANCE	• Watts • Kilowatts		« comme le débit de l'eau »
ÉNERGIE	• Wattheures • Kilowattheures		« comme l'eau qui finit dans le seau »

La puissance est determinée par la charge

Exemple : Une ampoule de 40W branchée sur une prise de 220V consomme un courant de 40/220 = 0,18 A.

Une ampoule de 60 W branchée sur une prise de 220 V consomme un courant de 60/220 = 0,427 A.

Consommation d'Énergie

La consommation d'énergie est la quantité d'électricité produite ou consommée pendant une période donnée. Elle se calcule en multipliant la puissance d'un appareil par la durée de son utilisation, exprimée en heures, exprimée en kilowattheures (kWh).

Exemple : Une lumière de 60 W qui reste allumée pendant 3 heures consommera 180 Wh, soit 0,18 kWh.

C'est l'unité de consommation qui s'additionne sur le compteur électrique pour déterminer toute facture d'**électricité**.

L'énergie électrique est souvent confondue avec la puissance électrique, mais ce sont deux choses différentes :

- La puissance mesure la capacité à fournir de l'électricité.
- L'énergie mesure la quantité totale d'électricité fournie.

L'énergie électrique se mesure en Wattheures (Wh), mais la plupart des gens sont plus familiers avec la mesure sur leur facture d'électricité, à savoir les kilowattheures (1 kWh = 1 000 wattheures). Les services publics d'électricité fonctionnent à plus grande échelle et utiliseront généralement des mégawattheures (1 MWh = 1 000 kWh).

Effets

Selon la nature des éléments qu'il traverse, le courant électrique peut avoir plusieurs effets physiques :

Effet	Description	Exemples d'Application
Effet Thermique	• Lorsqu'un courant traverse un matériau présentant une résistivité électrique, l'énergie électrique est convertie en énergie thermique (chaleur).	• Éclairage, chauffage électrique.
Effet Chimique	• Lorsqu'un courant passe entre deux électrodes dans une solution ionique, il provoque un échange d'électrons, et donc de matière, entre les deux électrodes. C'est l'électrolyse : le courant a provoqué une réaction chimique. • L'effet peut être inversé : en réalisant une électrolyse dans un récipient, une réaction chimique peut créer un courant électrique.	• Le courant crée une réaction chimique : raffinage des métaux, galvanoplastie. • La réaction chimique crée du courant : batteries, accumulateurs.
Effet Magnétique	• Le courant électrique qui passe dans une tige de cuivre produit un champ magnétique. • L'effet peut être inversé : faire tourner mécaniquement un moteur électrique produit du courant.	• Le courant produit un champ magnétique : moteurs électriques, transformateurs, électro-aimants. • Le champ magnétique produit du courant : générateurs électriques, dynamos de vélo.
Effet Photovoltaïque	• Lorsque la lumière ou une autre énergie rayonnante frappe deux matériaux dissemblables en contact étroit, cela produit une tension électrique.	• Cellule solaire pour produire de l'électricité.

Adapté de MSF

Installations et Circuits Électriques

Types de Courant

Le courant qui fournit de l'électricité à un appareil peut se présenter sous deux formes :

1. Courant Continu (CC)
2. Courant Alternatif (AC)

Lorsque vous connectez un appareil à un circuit, il est important de savoir quelle forme de

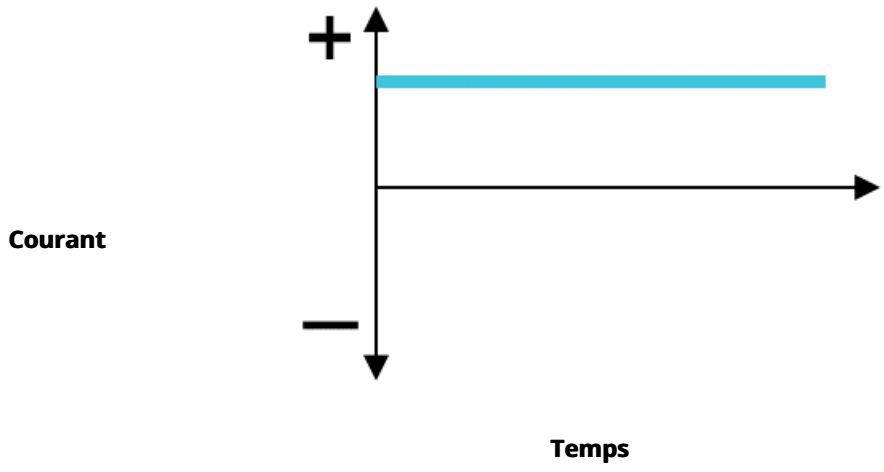
courant est utilisée.

Il existe des dispositifs capables de convertir le courant d'un format à un autre, ou d'un courant de tension supérieure à un courant de tension inférieure et inversement ; ils sont universellement appelés « transformateurs ». Chaque fois que la tension ou le type de courant est transformé(e), il y aura toujours une certaine perte d'énergie, même très faible.

- Un transformateur qui convertit un courant de tension supérieure en un courant de tension inférieure est appelé un transformateur « abaisseur » et fonctionne soit en convertissant des charges de courant faible à haute tension en charges de courant élevé à basse tension, soit en ajoutant une résistance entre deux circuits pour limiter la tension de sortie, ce qui se traduit par une puissance inférieure reçue du côté de la sortie.
- Un transformateur qui convertit en une tension supérieure est appelé un transformateur « élévateur » et fonctionne en convertissant une tension faible mais des courants élevés en une tension élevée mais des courants faibles. Un transformateur élévateur n'ajoute pas de puissance électrique supplémentaire au circuit, il ne fait qu'augmenter la tension globale.
- Un transformateur qui convertit un courant continu en courant alternatif s'appelle un onduleur et induit physiquement un courant alternatif du côté de la sortie. Les onduleurs consomment généralement de l'énergie électrique pour le processus de conversion, et sont donc moins économes en énergie que les autres formes de transformateurs.
- Un transformateur qui convertit un courant alternatif en courant continu peut être appelé un « chargeur de batterie » (pour charger les batteries) ou une « alimentation électrique » (pour alimenter directement une radio, etc.), selon la manière dont le processus de conversion fonctionne.

Courant Continu (CC)

La principale caractéristique d'un courant continu - ou CC - est que les électrons qui le composent circulent toujours dans le même sens, du côté avec un déficit vers le côté avec un surplus. C'est le type de courant fourni par l'effet chimique des batteries ou par l'effet photovoltaïque des panneaux solaires. Les bornes sont marquées + et – pour indiquer la polarité du circuit ou du générateur. La tension et le courant sont constants dans le temps.

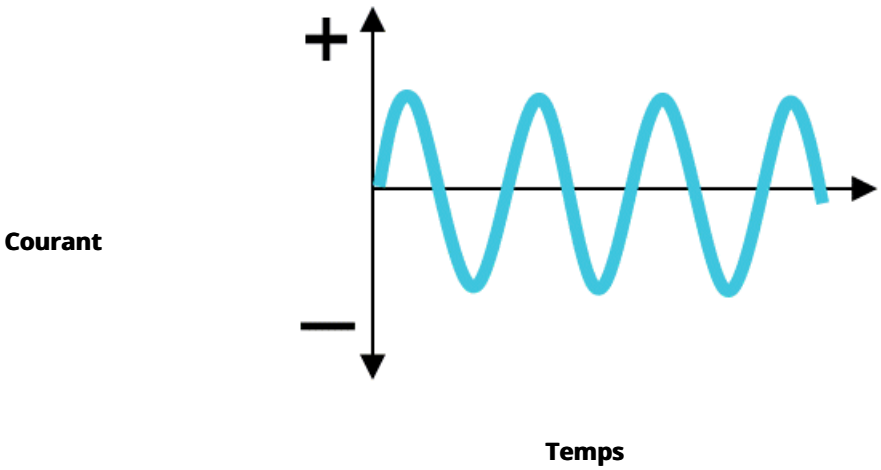


- **Avantages :** Les batteries peuvent fournir directement du courant continu et il est possible d'ajouter les sources en parallèle ou en série.
- **Inconvénients :** En réalité, l'utilisation des batteries limite la tension à quelques volts (jusqu'à 24 volts dans certains véhicules). Ces faibles tensions empêchent le transport de

ce type de courant.

Courant Alternatif (CA)

Dans le courant alternatif - ou CA - les électrons inversent leur sens à une fréquence donnée. Comme le courant alterne continuellement, il n'y a pas de + ou - fixe, mais une « phase » et un « neutre ». La tension et le courant suivent une courbe sinusoïdale. Alors que la tension et le courant varient continuellement entre une valeur maximale et une valeur minimale, la mesure masque cette variation et indique une valeur moyenne stable, par exemple 220 V.



La fréquence est définie comme le nombre d'oscillations sinusoïdales par seconde :

- 50 oscillations par seconde en Europe (50Hz).
- 60 oscillations par seconde aux États-Unis (60 Hz).

Le Courant Alternatif est le type de courant fourni par les compagnies d'électricité, car la tension du courant alternatif peut être augmentée et diminuée à l'aide d'un transformateur. Cela permet de transporter efficacement l'électricité dans les lignes électriques à haute tension et de la transformer en une tension plus faible et plus sûre pour une utilisation dans les entreprises et les habitations. Il s'agit donc de la forme d'énergie électrique que les consommateurs utilisent généralement lorsqu'ils branchent un appareil dans une prise murale.

- **Avantages :** Il peut être transporté sur de longues distances sans trop de pertes grâce à des lignes à haute tension. Il est facile à produire.
- **Inconvénients :** lLe Courant Alternatif ne peut pas être stocké ; il doit être créé. Le Courant Alternatif peut également présenter un risque accru pour la santé des organismes vivants qui entrent en contact avec lui.

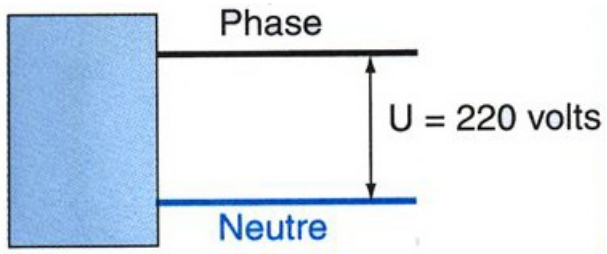
Il existe deux types de Courant Alternatif :

Monophasé

Un courant monophasé est le type de courant le plus commun, et est donc généralement la configuration délivrée par les réseaux publics, mais aussi par un générateur monophasé. Un courant alternatif monophasé est fourni par deux lignes (phase et neutre), avec généralement une différence de tension de 220 V entre elles. Les prises de courant peuvent être insérées dans les deux sens.

Étant donné que la tension d'un système monophasé atteint une valeur de pointe deux fois par cycle, la puissance instantanée n'est pas constante et est principalement utilisée pour l'éclairage et le chauffage, mais ne peut pas fonctionner avec des moteurs industriels.

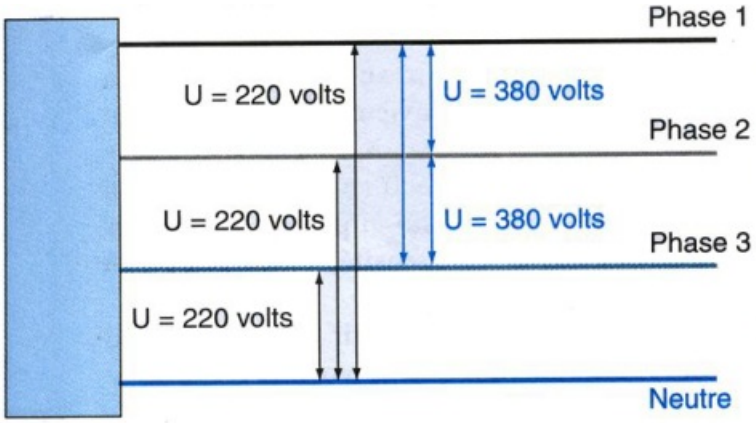
Une charge monophasée peut être alimentée par un transformateur de distribution triphasé, ce qui permet de raccorder un moteur triphasé à un circuit monophasé indépendant, et de raccorder un moteur triphasé aux trois phases. Cela élimine le besoin d'un transformateur monophasé séparé.



Triphasé

En cas de besoin accru de puissance, la cohérence et l'équilibre minceur jouent un rôle essentiel. Le circuit triphasé est la configuration de courant commune pour les compagnies d'électricité et peut également être produit avec un générateur triphasé. Un courant triphasé est la combinaison de trois courants monophasés.

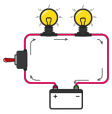
Pour transporter une puissance donnée avec 3 câbles monophasés séparés, 9 fils sont nécessaires. Pour transporter la même puissance dans un câble triphasé, seuls 5 fils sont nécessaires (3 phases, 1 neutre, 1 terre), c'est pourquoi il est possible de réaliser des économies importantes en planifiant correctement un courant triphasé. Les économies de coûts portent sur les fils, les câbles, mais aussi sur les appareils utilisant ou produisant de l'électricité. Les moteurs ou alternateurs triphasés seront également plus petits que les équivalents monophasés de la même production d'électricité.



Regroupement des Composants du Circuit

Dans chaque circuit, il y aura un ou plusieurs résistor(s) et un ou plusieurs générateur(s), dont le nombre dépendra de la puissance requise. Les deux composants peuvent être regroupés en fonction de ce qui doit être maintenu constant(e), le courant ou la tension. Il existe deux manières de regrouper des composants en série ou en parallèle. (informations supplémentaires dans la section sur la connexion des batteries)

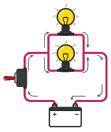
En série



L'idée de base d'une connexion « en série » est que les composants sont connectés bout à bout en ligne pour former un seul chemin par lequel le courant peut circuler :

1. **Courant**: La quantité de courant est la même dans tous les composants d'un circuit en série.
2. **Résistance**: La résistance totale de tout circuit en série est égale à la somme des résistances individuelles.
3. **Tension**: La tension d'alimentation d'un circuit en série est égale à la somme des chutes de tension individuelles.

En parallèle



L'idée de base d'une connexion « en parallèle » est que tous les composants sont connectés les uns aux autres. Dans un circuit purement parallèle, il n'y a jamais plus de deux ensembles de points électriquement communs, quel que soit le nombre de composants connectés. Il existe de nombreux chemins pour le passage du courant, mais une seule tension à travers tous les composants :

1. **Tension :** La tension est égale entre tous les composants d'un circuit en parallèle.
2. **Courant :** Le courant total du circuit est égal à la somme des courants de chaque dérivation individuelle.
3. **Résistance :** Les résistances individuelles *diminuent* pour former une résistance totale plus petite plutôt que de *s'additionner* pour former le total.

Dimensionnement et Câblage des Câbles

Ce qui relie tous les composants d'un système électrique, ce sont les câbles. Les câbles fournissent l'énergie des sources d'alimentation pour la distribuer aux appareils, aux lumières et à l'équipement. Malheureusement, l'erreur d'installation la plus courante consiste à sous-dimensionner les câbles par rapport à la ou aux charge(s), ou aux sources de recharge.

Une installation correcte consiste principalement à dimensionner un câble en fonction de sa tâche, à utiliser les bons outils pour fixer les bornes et à fournir une protection adéquate contre les surintensités avec des fusibles et des disjoncteurs. Le dimensionnement des câbles est assez simple : il est fonction de la longueur du câble mesurée entre la source d'alimentation et l'appareil, et du courant (ampérage) qui le traversera.

Plus le câble est long, ou plus l'ampérage est élevé, plus le câble doit être gros pour éviter des pertes de tension inacceptables. Il faut toujours prévoir une marge de sécurité supplémentaire, car un appareil peut en réalité consommer plus de courant que prévu en raison de la chaleur, d'une tension basse, d'une charge supplémentaire ou d'autres facteurs. Il n'y a jamais de pénalité de performance si un câble est légèrement surdimensionné ; il y a toujours une pénalité de performance - et éventuellement un risque pour la sécurité - s'il est sous-dimensionné.

Le câble de terre (négatif) fait autant partie d'un circuit que le câble positif ; il doit être dimensionné de la même manière. En général, chaque appareil doit être alimenté par le panneau de distribution avec ses propres câbles positifs et négatifs, bien que les circuits d'éclairage utilisent parfois des câbles d'alimentation et de terre communs pour alimenter un certain nombre de lumières (dans ce cas, les câbles d'alimentation doivent être dimensionnés pour la charge totale de toutes les lumières). Pour les systèmes de 24 V, la taille des câbles est la moitié de celle d'une installation de 12 V. Lisez toujours les recommandations des produits ou vérifiez auprès du fournisseur pour savoir et comprendre exactement quelle taille de câble est requise pour les produits.

Pour mieux planifier et dimensionner les câbles, veuillez consulter le tableau de dimensionnement des câbles ci-après :

	Type de Circuit		Ampères CC														
	Chute de Tension à 10 % (Non Critique)	Chute de Tension à 3 % (Critique)	5A	10A	15A	20A	25A	30A	40A	50A	60A	70A	80A	90A	100A	120A	150A	200A
Longueur du Câble en Mètres	0-6 m	0-2 m																		
	6-9 m	2-3 m																		
	9-15 m	3-4.5 m																		
	15-19 m	4.5-6 m																		
	19-24 m	6-7.5 m																		
	24-30 m	7.5-9 m																		
	30-40 m	9-12 m																		
	40-51 m	12-15 m																		
	51-61 m	15-18 m																		
		18-21 m																		
		21-24 m																	
		24-27 m																	
		27-30 m																
		30-33 m																
		33-37 m																
		37-40 m																

Le tableau de dimensionnement des câbles ci-avant s'utilise en parcourant la ligne du haut jusqu'à ce que la colonne correspondant à l'ampérage soit trouvée, puis en descendant la colonne de gauche jusqu'à la ligne correspondant à la distance. Les tailles de fils sont indiquées par un code couleur.

Calibre :

Une manière courante de faire référence à la taille d'un câble est son « calibre ». L'American

Wire Gauge (AWG) est utilisé comme méthode standard pour désigner le diamètre des fils, en mesurant le diamètre du conducteur - mesuré uniquement comme le fil nu, sans l'isolant. Le calibre AWG est parfois également connu sous le nom de Calibre de Fil Brown and Sharpe (B&S).

Vous trouverez ci-après un tableau de conversion des calibres AWG/B&S en mm^2. Ce tableau donne les références croisées des tailles équivalentes les plus proches entre les dimensions de fil métriques et américaines. En Europe et en Australie, les dimensions des fils sont exprimées en section transversale en mm^2.

Norme	**Unité**												
AWG	**0000**	**000**	**00**	**0**	**1**	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**
Diamètre (mm)	**11.68**	**10.40**	**9.27**	**8.25**	**7.35**	**6.54**	**5.19**	**4.11**	**3.26**	**2.59**	**2.05**	**1.63**	**1.29**
Section Transversale (mm 2)	**107.1**	**84.9**	**67.5**	**53.5**	**42.4**	**33.6**	**21.2**	**13.3**	**8.4**	**5.3**	**3.3**	**2.1**	**1.3**
Code Couleur													

Un guide imprimable sur le dimensionnement des câbles peut être téléchargé ici

Title
Guide - Dimensionnement des longueurs de câble
File

Code Couleur

S'il est possible d'utiliser les mêmes câbles pour les circuits en Courant Alternatif et en Courant Continu, il est conseillé d'utiliser des câbles de couleurs différentes entre les deux types de courants, à la fois pour augmenter la sécurité de la manipulation, mais aussi pour rendre les travaux d'installation et de réparation beaucoup plus rapides. Si les appareils ou les installations existant(e)s ont des couleurs, les responsables de la logistique peuvent envisager de les remplacer ou de les standardiser en redonnant un code couleur aux fils à l'aide d'une peinture ou d'un marquage externe, selon une méthode qui a du sens.

Un code couleur général pour le Courant Alternatif se présente comme suit :

- **Neutre :**Bleu.
- **Phase :**Marron ou noir.
- **Terre :**Vert/Jaune.

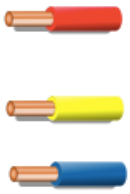
Le neutre et la phase sont les deux connexions pour l'électricité, la terre est pour la sécurité.

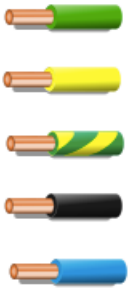
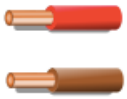
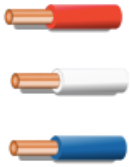
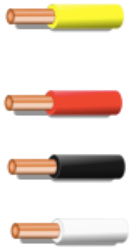
Code couleur pour le CC (courant continu, batterie) :

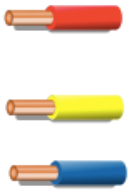
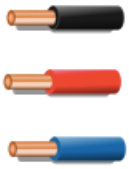
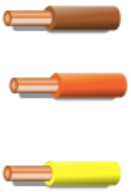
+ = rouge ou bleu
- = noir ou marron

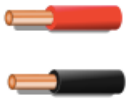
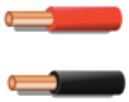
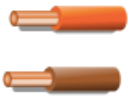
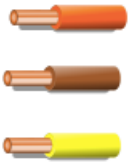
Cependant, de nombreuses normes internationales différentes s'appliquent. Veuillez consulter le tableau ci-après pour connaître le code couleur des différents pays et régions du monde.

Couleurs Standard des Fils pour les Câbles Flexibles **(par exemple les rallonges, les cordons d'alimentation et les cordons de lampe)**			
Région ou Pays	**Phases**	**Neutre**	**Terre/Masse de protection**
Union européenne (UE), Argentine, Australie, Afrique du Sud			
Australie, Nouvelle-Zélande	 	 	
Brésil	 		
États-Unis, Canada	 (laiton)	 (argent)	 (vert) ou (vert/jaune)

Couleurs Standard des Fils pour les Câbles Fixes (par exemple câbles de câblage dans/sur/derrière le mur)			
Région ou Pays	**Phases**	**Neutre**	**Terre/Masse de protection**
Argentine			
Union européenne et Royaume-Uni			
Royaume-Uni avant mars 2004			 (anciennement)

Couleurs Standard des Fils pour les Câbles Fixes **(par exemple câbles de câblage dans/sur/derrière le mur)**			
Région ou Pays	**Phases**	**Neutre**	**Terre/Masse de protection**
Australie, Nouvelle-Zélande	Toutes les couleurs autres que :  Toutes les couleurs autres que :  Toutes les couleurs autres que : 	 ou 	 (depuis 1980) (depuis 1980) conducteur nu, manchonné aux extrémités (anciennement)
Brésil			

Couleurs Standard des Fils pour les Câbles Fixes (par exemple câbles de câblage dans/sur/derrière le mur)			
Région ou Pays	**Phases**	**Neutre**	**Terre/Masse de protection**
Afrique du Sud	 ou		 conducteur nu, manchonné aux extrémités
Inde, Pakistan			
États-Unis	 (120/208/240V) (laiton)  (277/480V)	 (120/208/240V) (Silver) (277/480V)	 (vert) conducteur nu (terre ou terre isolée)

Couleurs Standard des Fils pour les Câbles Fixes (par exemple câbles de câblage dans/sur/derrière le mur)			
Région ou Pays	**Phases**	**Neutre**	**Terre/Masse de protection**
Canada	 (120/208/240V)  (600/347V)  (Systèmes monophasés isolés)  (Systèmes triphasés isolés)	 (120/208/240V) (600/347V)	 (vert) conducteur nu (terre isolée)

Points importants à noter lors du câblage :

- Tous les circuits doivent être retirés du sol et se trouver aussi hauts que possible, sans aucune connexion dans ou près de l'eau ou des zones humides.
- Toutes les connexions de cosses de câble doivent être solidement serties à l'extrémité du fil à l'aide d'une bande, et non soudées en place.
- Câble étamé - fil de cuivre qui a été recouvert d'une fine couche d'étain pour éviter la corrosion - Il est préférable de l'utiliser, dans la mesure du possible, dans un environnement marin ou à proximité d'eau salée.
- Ne jamais se brancher ou se raccorder sur des circuits existants lors de l'installation d'un

nouvel équipement ; faire passer un nouveau câble duplex correctement dimensionné (câble positif et négatif dans une gaine commune) du panneau de distribution (ou d'une source d'alimentation) à l'appareil.
- Il est recommandé d'étiqueter tous les câbles aux deux extrémités, et de disposer d'un plan de câblage à jour pour faciliter les dépannages futurs. Des copies des plans de câblage peuvent même être conservées dans des endroits tels que la boîte à fusibles ou la boîte de distribution afin que les utilisateurs futurs puissent s'y référer.
- Chaque circuit doit avoir un câble de mise à la terre indépendant, et tous les câbles de mise à la terre doivent être reliés à un point de mise à la terre commun ou à une barre d'alimentation.
- À moins d'être dans un conduit, les câbles doivent être physiquement soutenus au moins tous les 450 mm.
- Bien que le noir soit souvent utilisé pour le négatif en Courant Continu, il est également utilisé pour le fil sous tension dans les circuits en Courant Alternatif aux États-Unis. Cela signifie qu'il existe un risque de confusion dangereuse. Les câblages de Courant Continu et Courant Alternatif doivent être séparés. S'ils doivent être acheminés dans le même faisceau, l'un ou l'autre doit être placé dans une gaine pour maintenir la séparation et garantir la sécurité.

Dispositifs de Protection et Mise à la terre

Dispositifs de Protection

Les dispositifs de protection des circuits électriques garantissent qu'un courant élevé ne peut pas circuler dans des conditions défectueuses, protégeant ainsi l'installation et l'équipement, et évitant les blessures et les dommages aux personnes qui manipulent l'équipement ou qui se trouvent à proximité. La protection contre les surintensités est assurée par le débranchement physique de l'alimentation d'un circuit, ce qui élimine les risques d'incendie et d'électrocution.

Les dispositifs de protection peuvent inclure :

- Des fusibles.
- Des disjoncteurs miniatures (MCB).
- Des dispositifs à courant résiduel (RCD).
- Des disjoncteurs à courant résiduel avec surintensité (RCBO).

Tous les dispositifs susmentionnés protègent les utilisateurs et les équipements des conditions défectueuses d'un circuit électrique en isolant l'alimentation électrique. Les fusibles et les disjoncteurs miniatures isolent uniquement l'alimentation sous tension, tandis que les dispositifs à courant résiduel et les disjoncteurs à courant résiduel avec surintensité isolent à la fois l'alimentation sous tension et l'alimentation neutre. Il est essentiel d'installer la protection de circuit appropriée pour garantir la sécurité d'une installation électrique.

Fusibles

Un fusible est un dispositif de protection très basique utilisé pour protéger le circuit contre les surintensités. Il consiste en une bande métallique qui se liquéfie lorsque le flux de courant qui la traverse dépasse une limite prédéfinie. Les fusibles sont des dispositifs électriques essentiels, et il existe différents types de fusibles en fonction des tensions et des courants nominaux spécifiques, de l'application, du temps de réponse et du pouvoir de coupure.

Les caractéristiques des fusibles, comme le temps et le courant, sont sélectionnées pour offrir

une protection suffisante sans interruption inutile.

Disjoncteur Miniature (MCB)

Un disjoncteur miniature est une alternative moderne aux fusibles. Il est généralement placé au centre des bâtiments – on l'appelle généralement « boîte à fusibles » ou « boîte à disjoncteurs », ou fixé à un équipement spécifique. Il fonctionne comme des interrupteurs, et s'éteint lorsqu'une surcharge est détectée dans le circuit. La fonction de base d'un disjoncteur est d'arrêter le flux de courant une fois qu'un défaut s'est produit. L'avantage des disjoncteurs miniatures par rapport aux fusibles est que s'ils se déclenchent, ils peuvent être réinitialisés sans avoir à remplacer l'ensemble du disjoncteur miniature. Les disjoncteurs miniatures peuvent également être calibrés plus précisément que les fusibles, se déclenchant à des charges exactes. Les disjoncteurs sont disponibles dans différentes tailles, des petits appareils aux grands appareils de commutation, qui sont utilisés pour protéger les circuits à faible courant ainsi que les circuits à haute tension.

Dispositif à Courant Résiduel (RCD)

Les Dispositifs à Courant Résiduel (ou RCD) sont conçus pour détecter et couper l'alimentation en cas de faible déséquilibre de courant entre le fil sous tension et le fil neutre à une valeur prédéfinie - généralement 30 mA. Les dispositifs à courant résiduel peuvent détecter le contact d'un conducteur sous tension avec un boîtier d'équipement mis à la terre, ou la coupure d'un conducteur sous tension ; ce type de défaut est potentiellement dangereux et peut entraîner des décharges électriques et des incendies.

Un dispositif à courant résiduel n'offre aucune sécurité contre un court-circuit ou une surcharge dans le circuit. Il ne peut pas détecter - par exemple - le fait qu'un être humain touche accidentellement les deux conducteurs en même temps. Un dispositif à courant résiduel ne peut pas remplacer un fusible dans sa fonction.

Les dispositifs à courant résiduel peuvent être câblés pour protéger un ou plusieurs circuit(s). L'avantage de protéger des circuits individuels est que si un circuit se déclenche, il n'arrêtera pas l'ensemble du bâtiment ou du système de distribution, mais uniquement le circuit protégé.

Disjoncteur à Courant Résiduel avec Surintensité (RCBO)

Un Disjoncteur à Courant Résiduel avec Surintensité combine les fonctions d'un disjoncteur miniature et d'un disjoncteur à courant résiduel en une seule unité. Les Disjoncteurs à Courant Résiduel avec Surintensité sont un dispositif de sécurité qui détecte un problème dans l'alimentation électrique et est capable de s'éteindre en 10-15 millisecondes.

Ils sont utilisés pour protéger un circuit particulier, au lieu d'avoir un seul disjoncteur à courant résiduel pour l'ensemble du bâtiment.

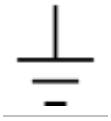
Ces dispositifs sont testables et peuvent être réinitialisés. Un bouton de test permet d'établir de manière sûre une petite condition de fuite, tandis qu'un bouton de réinitialisation permet de reconnecter les conducteurs après avoir éliminé un état d'erreur.

Mise à la terre/Mise à la masse

L'électricité non contrôlée peut blesser ou même tuer des êtres humains ou des animaux. La mise à la terre est un moyen courant et efficace de contrôler l'électricité. La mise à la terre est une connexion physique à la terre qui attire la charge électrique en toute sécurité vers le sol, laissant un grand espace pour que les électrons se dissipent loin des êtres humains ou des équipements. Un système de mise à la terre permet à l'excès de charge positive des lignes électriques d'accéder à des fils de terre chargés négativement, éliminant ainsi les risques

d’incendie et d’électrocution.

Certains appareils peuvent avoir ce symbole indiquant où un fil de mise à la terre doit être connecté:



Le terme « mise à la terre » fait référence à un corps conducteur, généralement la terre. La « mise à la terre » d’un outil ou d’un système électrique signifie la création intentionnelle d’un chemin de faible résistance vers la surface de la terre. Lorsqu’elle est correctement réalisée, le courant provenant d’un circuit suit ce chemin, empêchant l’accumulation de tension qui pourrait autrement entraîner des chocs électriques, des blessures et même la mort. La mise à la terre est utilisée pour dissiper les effets dommageables d’un court-circuit électrique, mais également pour prévenir les dommages causés par la foudre.

Il existe deux manières de mettre des appareils à la terre :

1. **Mise à la Terre du Système ou Service :** Dans ce type de mise à la terre, un fil appelé « conducteur neutre » est mis à la terre au niveau du transformateur, puis à nouveau à l’entrée de service du bâtiment. Ce système est principalement conçu pour protéger les machines, les outils et l’isolation contre les dommages.
2. **Mise à la Terre de l’Équipement :** Elle est destinée à offrir une protection accrue aux personnes. Si, à la suite d’un dysfonctionnement, le cadre métallique d’un outil est mis sous tension, la mise à la terre de l’équipement fournit un autre chemin pour que le courant circule à travers l’outil jusqu’à la terre.

Un aspect important de la mise à la terre dont il faut être conscient : une rupture du système de mise à la terre peut se produire à l’insu de l’utilisateur. L’utilisation d’un disjoncteur de fuite à la terre (GFCI) est un moyen de pallier les déficiences de la mise à la terre.

Associé à un dispositif à courant résiduel (RCD), la mise à la terre est essentielle pour interrompre l’alimentation électrique en cas de défaut d’isolation – par exemple, si un fil sous tension se détache et touche la surface métallique à l’extérieur d’un équipement. Un fil de mise à la terre canalise le courant de défaut vers la terre, évitant ainsi de blesser les personnes. La connexion à la terre capte les courants de défaut, ce qui permet aux dispositifs à courant résiduel de les mesurer et de se déclencher.

Lors de la mise à la terre des composants du circuit et des appareils, le câblage doit avoir une résistance électrique inférieure au seuil maximum du disjoncteur de service principal :

- 100Ω pour un RCD de 500mA
- 167Ω pour un RCD de 300mA
- 500Ω pour un RCD de 100mA

Plus la résistance est faible, plus un système de mise à la terre fonctionnera bien.

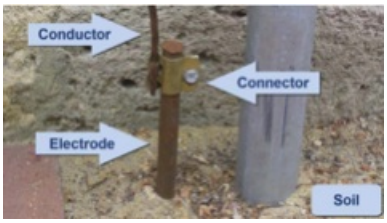
Composants du Système de Mise à la Terre

La connexion entre les pièces métalliques et la mise à la terre se fait à l’aide d’un troisième fil dans le circuit électrique. Les fils de terre sont généralement de couleur vert-jaune et doivent avoir le même calibre que le plus gros fil utilisé sur l’installation à protéger.

Pour vérifier si une mise à la terre a été installée, recherchez les points suivants :

1. Les fiches et les prises ont une broche de mise à la terre.
2. Les fiches avec broche de mise à la terre sont connectées à un réseau à 3 fils.
3. Les fils de mise à la terre sont bien reliés entre eux sur le tableau de distribution, normalement par un plot de mise à la terre ou une bande de liaison en métal.
4. Le plot de mise à la terre ou la bande de liaison est relié(e) à la terre et cette liaison doit être réalisée avec un fil de forte épaisseur (par exemple, 16mm^2).
5. Ce fil est relié à la terre.

Utilisation des Câbles de Mise à la Terre



Un système de mise à la terre se compose généralement d'un conducteur de mise à la terre, d'un connecteur de mise à la terre, de son électrode de mise à la terre (généralement une tige ou un système de grille) et du sol en contact avec l'électrode. On peut considérer qu'une électrode est entourée d'anneaux concentriques de terre ou de sol, tous de la même épaisseur - chaque anneau successif ayant une section transversale plus grande et offrant de moins en moins de résistance jusqu'à atteindre un point où la résistance est négligeable.

Dangers/Précautions

L'électricité est potentiellement dangereuse et comporte des risques inhérents, notamment en cas de défaillance du circuit, de mauvaise utilisation, de manipulation inexpérimentée ou de négligence. Les effets sur les humains, les appareils et autres objets peuvent être dévastateurs. Lors de l'installation d'un circuit électrique, de l'extension d'un circuit existant ou de la recherche d'un nouveau bureau ou d'un nouveau lieu d'habitation, il est recommandé de procéder à une évaluation complète de l'installation. Des évaluations complètes doivent permettre de s'assurer que le circuit peut gérer en toute sécurité le flux de courant nécessaire, qu'il existe des dispositifs de protection appropriés, que le circuit est mis à la terre et qu'il n'y a aucun danger potentiel.

Pour les équipements, les dangers d'un circuit mal installé ou mal sécurisé sont les courts-circuits et les surcharges. Pour les personnes, les dangers proviennent des défauts d'isolation qui entraînent un contact direct ou indirect avec les courants électriques.

Court-circuit

Un court-circuit est une forte surintensité de courte durée. Dans les systèmes monophasés, un court-circuit se produit lorsque les fils de la phase et du neutre entrent accidentellement en contact. Dans les systèmes triphasés, cela peut se produire lorsqu'il y a un contact entre deux des phases. Pour le courant continu, un court-circuit peut se produire lorsque les deux polarités entrent en contact.

Des courts-circuits peuvent également se produire lorsqu'il y a une rupture de l'isolant entourant un câble, ou lorsque deux conducteurs entrent en contact par l'intermédiaire d'un conducteur externe (exemple : un outil à main en métal) ou que l'eau ponte les connexions des lignes, ce qui fait que la résistance du circuit devient proche de zéro et atteint donc très rapidement des valeurs élevées (U=RxI).

Des dommages physiques peuvent exposer les câbles à l'intérieur de l'isolant, tandis qu'une augmentation soudaine de la température des conducteurs peut faire fondre l'isolant et les noyaux de cuivre.

Surcharge

Une surcharge est causée par une faible surintensité se produisant sur une longue durée. Les surcharges peuvent être causées par un courant trop élevé pour être conduit à travers le diamètre relatif du câble conducteur.

Il existe deux types de surcharge :

- Les surcharges normales, qui peuvent se produire lors du démarrage d'un moteur. Les surcharges normales sont de courte durée et ne présentent aucun danger.
- Les surcharges anormales surviennent lorsque trop d'appareils sont branchés en même temps sur le même circuit ou la même prise, ou lorsqu'une borne de connexion n'est pas correctement serrée. Ces problèmes sont fréquents dans les bâtiments anciens où les prises sont trop peu nombreuses, mais ils peuvent se produire sur n'importe quelle installation lorsque le nombre d'appareils électriques augmente. Le courant est plus faible dans une surcharge anormale que dans un court-circuit, mais les résultats sont identiques : fils surchauffés, isolation endommagée, risque élevé d'incendie.

Défauts d'Isolation

Les défauts d'isolation sont dus à une détérioration de l'isolant d'un ou de plusieurs conducteur(s) de phase. Ces problèmes peuvent entraîner des décharges électriques au niveau des lignes conductrices de courant, et si le conducteur endommagé touche une surface ou un boîtier en métal, les appareils et les équipements peuvent également être électrifiés au toucher.

Un défaut d'isolation peut également être causé par l'humidité provenant d'un dégât des eaux ou de l'humidité naturelle des murs.

Ces défauts peuvent être très dangereux, notamment lorsqu'une personne entre en contact direct avec le conducteur, un boîtier en métal ou un appareil électrique défectueux. Dans tous les cas, le corps humain fait partie du circuit électrique et provoque un choc électrique.

Blessures dues à une Exposition à l'Électricité

Les dommages subis par le corps humain sont dus à 3 facteurs :

- La quantité de courant qui circule dans le corps.
- Le chemin de l'électricité qui pénètre dans le corps.
- La durée de l'exposition du corps à l'électricité.

Le tableau et l'image ci-dessous détaillent la réponse générale d'un corps humain à différentes intensités de courant électrique. Les flèches indiquent le flux d'électricité du point d'entrée au point de sortie le plus proche. La flèche bleue montre le flux de courant à travers la tête / le

cœur puis vers la terre, qui est le plus mortel.

Niveau d'Exposition	Réaction
Plus de 3 mA	Choc douloureux
Plus de 10 mA	Contraction musculaire – danger de « ne pas pouvoir lâcher prise »
Plus de 30 mA	Paralysie pulmonaire, généralement temporaire
Plus de 50 mA	Fibrillation ventriculaire, généralement mortelle
100 mA à 4 A	Fibrillation ventriculaire certaine, mortelle
Plus de 4 A	Paralysie cardiaque, brûlures graves

Équipement de Sécurité

Pour éviter ou réduire les effets néfastes que le courant peut avoir sur le corps humain, il est fortement recommandé d'utiliser des équipements de protection et de prendre des précautions lors de la manipulation des circuits et des équipements électrifiés.

- Gants en caoutchouc – Pour empêcher les mains d'entrer directement en contact avec le courant. Ils doivent être bien ajustés et avoir une excellente prise.
- Manches et jambes de pantalon serrées - Pour éviter tout contact involontaire ou toute traction sur un équipement dangereux.
- Retirer les bagues des doigts.
- Bottes en caoutchouc – Pour empêcher le corps de former un circuit électrique conducteur complet.

Risques Électriques

Si une installation est correctement mise en place, mise à la terre et bien entretenue, les courts-circuits électriques ou autres problèmes ne devraient pas poser de problème. Si les bases de l'installation, de la manipulation et de l'entretien sont négligées, plusieurs risques peuvent survenir.

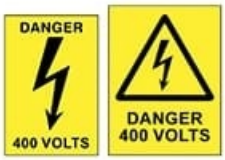
Dangers	Description	Sources Possibles

Dangers	Description	Sources Possibles
Chocs	Un choc électrique se produit lorsque le corps humain devient une partie du chemin par lequel passe le courant. Le résultat direct est l'électrocution. Le résultat indirect est une blessure résultant d'une chute ou d'un mouvement incontrôlé.	• Les cordons électriques peuvent provoquer des risques de trébuchement. • Les cordons d'alimentation effilochés sont dangereux. • La surcharge des prises électriques. • Des cordons endommagés en les écrasant ou en plaçant des objets lourds dessus. • La mauvaise modification des prises électriques. • La surchauffe des machines en raison d'une ventilation insuffisante. • Les prises électriques endommagées. • Des fils électriques exposés. • Le fait de travailler à proximité de sources d'alimentation. • Des lignes aériennes en suspension ou qui sont tombées. • Des gouttes d'eau sur des équipements sous tension.
Brûlures	Des brûlures peuvent survenir lorsqu'une personne touche des fils électriques ou des équipements sous tension.	
Arc Électrique	Les arcs électriques se produisent lorsque des courants de forte intensité se forment dans l'air. Cela peut être causé par un contact accidentel avec des composants sous tension ou par une défaillance de l'équipement. Les trois principaux dangers associés à un arc électrique sont les suivants : • Le rayonnement thermique. • Les ondes de pression. • Les projectiles.	
Explosions	Les explosions se produisent lorsque l'électricité fournit une source d'inflammation pour un mélange explosif dans l'atmosphère.	
Incendies	L'électricité est l'une des causes les plus fréquentes d'incendies, tant à la maison que sur le lieu de travail. Les équipements électriques défectueux ou mal utilisés sont une cause majeure d'incendies électriques.	

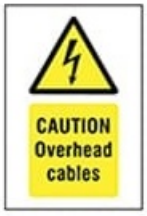
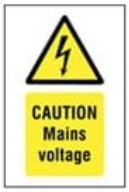
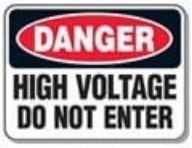
Panneaux de Danger

Les panneaux de sécurité informent les personnes des dangers. Il est important de les placer en conséquence afin que les personnes travaillant à proximité du danger puissent prendre les précautions appropriées. Ils doivent être placés dans des endroits visibles et inclure le maximum d'informations possibles sur la source et les propriétés du danger. En cas d'incident, ces informations peuvent s'avérer précieuses.

Voici quelques exemples de ces panneaux :

Étiquettes d'Avertissement de Tension	Symbole de Tension Électrique	Avertissement de Danger de Mort dû à l'Électricité	Éteindre l'appareil lorsqu'il n'est pas utilisé
			

Avertissement de Choc Électrique	Avertissement de Haute Tension	Avertissement concernant les Câbles Aériens	Avertissement concernant les Fils Sous Tension

Avertissement concernant les Câbles Enterrés	Avertissement de Tension Secteur	Danger - Ne pas entrer	Avertissement - Isoler avant de retirer le couvercle
			

Incendies d'origine électrique

L'électricité est l'une des causes les plus courantes d'incendie. Le courant électrique et la réaction chimique du feu sont deux méthodes de transfert d'énergie. Alors que l'électricité implique le mouvement d'électrons chargés négativement, une flamme consiste en la dispersion d'ions positifs et négatifs. Par conséquent, un câblage défectueux, par exemple, peut provoquer des arcs électriques et des étincelles qui peuvent facilement se transformer en

flammes si les conditions nécessaires pour produire un incendie sont réunies, telles que l'oxygène, la chaleur ou tout type de combustible.

Les sources d'énergie qui sont directement liées aux incendies électriques peuvent être l'une quelconque des suivantes :

- Un câblage défectueux.
- Des appareils surchargés.
- Un court-circuit.
- Un cordon d'alimentation endommagé.
- Des prises électriques surchargées.
- Des appareils d'éclairage mal installés.

Pour éviter un incendie d'origine électrique, il faut notamment dimensionner, utiliser et entretenir correctement le système électrique, mais des risques peuvent tout de même survenir et des outils d'extinction des incendies doivent être en place. Les extincteurs sont le moyen le plus fiable d'y parvenir, mais il faut utiliser l'extincteur approprié. Dans le cas contraire, l'extincteur lui-même peut être inefficace.

Classes d'Extincteurs par Région :

États-Unis	Europe	Royaume-Uni	Australie/Asie	Combustible/Source de Chaleur
Classe A	Classe A	Classe A	Classe A	Combustibles ordinaires
Classe B	Classe B	Classe B	Classe B	Liquides inflammables
	Classe C	Classe C	Classe C	Gaz inflammables
Classe C	Non classifié	Non classifié	Classe E	Matériel électrique
Classe D	Classe D	Classe D	Classe D	Métaux combustibles
Classe K	Classe F	Classe F	Classe F	Feu de Cuisine (huile ou graisse de cuisson)

Les feux électriques doivent être éteints par une substance non conductrice, contrairement à l'eau ou à la mousse que l'on trouve dans les extincteurs de classe A. Si quelqu'un tente d'éteindre un feu électrique avec une substance comme de l'eau, le risque d'électrocution est élevé car l'eau est conductrice. Les extincteurs de classe C utilisent du phosphate de monoammonium, du chlorure de potassium ou du bicarbonate de potassium, qui ne sont pas conducteurs d'électricité. Une autre option est un extincteur de classe C qui contient du dioxyde de carbone (CO_2). Le CO_2 est idéal pour éteindre les incendies, car il prive le feu de sa source d'oxygène et diminue la chaleur du feu, puisque le CO_2 est froid lorsqu'il est expulsé de l'extincteur.

Prévention

La prévention est la mesure la plus efficace pour atténuer les risques. Voici quelques-unes des mesures préventives que les planificateurs peuvent prendre lorsqu'ils travaillent à proximité de l'électricité :

- Ne jamais brancher d'appareils fonctionnant à 230 V dans une prise électrique de 115 V.

- Placer toutes les lampes sur des surfaces planes et loin des objets qui peuvent brûler.
- Utiliser des ampoules qui correspondent à la puissance nominale de la lampe.
- Ne pas surcharger une prise électrique en branchant plusieurs appareils dans une seule prise, quel que soit le dispositif utilisé.
- Ne pas tirer sur les cordons électriques.
- Si une prise ou un interrupteur semble chaud(e), couper le circuit et appeler un électricien pour vérifier le système.
- Suivre les instructions du fabricant pour brancher un appareil dans une prise électrique.
- Éviter de faire passer des rallonges sous les tapis ou dans les embrasures de porte.
- Ne pas brancher le cordon d'un ancien appareil électrique sur un cordon plus récent.
- Remplacer et réparer les cordons effilochés ou desserrés de tous les appareils électriques.
- Garder tous les appareils électriques loin de l'eau.
- Contacter l'autorité responsable de l'électricité si vous constatez des dommages causés aux câbles aériens, aux boîtiers de panneaux extérieurs ou aux arbres touchant des lignes à haute tension.
- Examiner les dessins architecturaux et/ou contacter les autorités responsables de l'électricité avant d'effectuer des travaux de creusement.
- Faire attention à tous les panneaux d'avertissement indiquant des risques électriques.
- S'assurer qu'un extincteur soit placé là où la probabilité qu'un danger se produise est grande.
- Toujours porter un équipement de sécurité lorsque vous êtes à proximité d'équipements électriques.

Gestion de l'Énergie

La plupart des interventions humanitaires - et en particulier celles qui ont lieu dans des situations d'urgence - se déroulent dans des communautés éloignées ou menacées, où le réseau électrique public est peu disponible et/ou peu fiable. Pour fonctionner, les locaux des organisations humanitaires sont souvent équipés d'au moins une source d'énergie indépendante, soit comme solution de secours en cas de panne du réseau, soit comme mode principal de production d'électricité. Les sources d'énergie indépendantes comprennent les batteries, les générateurs et les équipements solaires.

L'achat, l'installation et l'exploitation de ces équipements nécessitent des investissements importants qui peuvent être réduits grâce à un dimensionnement et une gestion de la demande énergétique appropriés. L'électricité n'est pas bon marché, et faire fonctionner un générateur peut devenir assez coûteux. La production d'énergie a également un impact sur l'environnement et peut nuire à la perception des organisations.

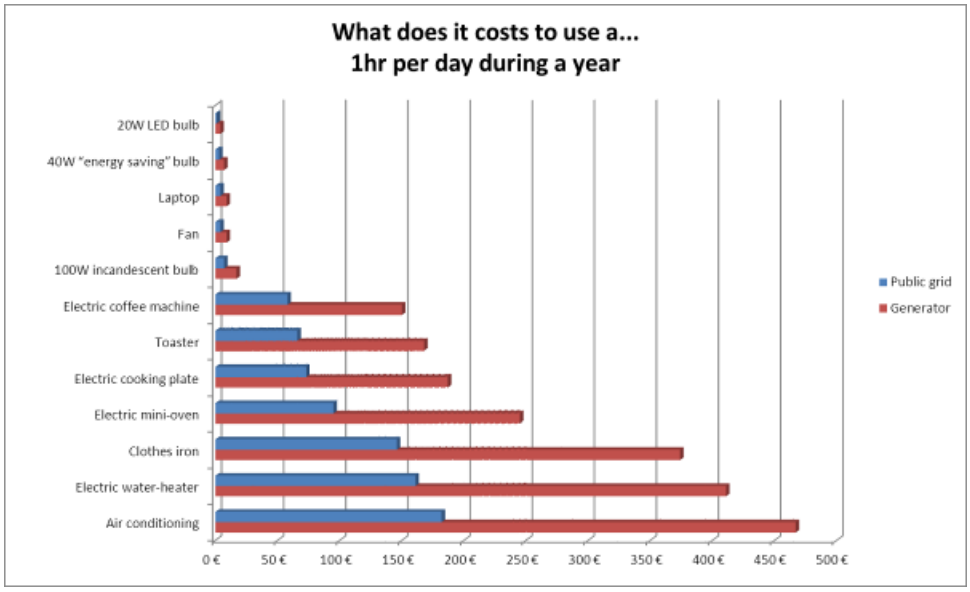
Il est souvent possible de réduire la consommation d'électricité sans dégrader la qualité du service en améliorant la gestion de l'énergie, en se concentrant sur la réduction de la demande et en choisissant le bon approvisionnement.

- **Gestion de la Demande en Énergie**: Minimiser la consommation d'énergie sans réduire la qualité du service et éviter les consommations d'énergie inutiles.
- **Gestion de l'Approvisionnement en Énergie**: Choisir les meilleures alimentations principales et de secours en fonction de la situation, correctement dimensionnées pour optimiser les coûts d'investissement et de fonctionnement.

Pour gérer à la fois la demande et l'offre, un diagnostic approprié pour comprendre les besoins en puissance et en énergie de l'installation est nécessaire. Des diagnostics continus seront nécessaires à chaque étape du processus de gestion de l'énergie, principalement :

- Pour calculer les besoins totaux en énergie et en puissance d'un environnement d'exploitation planifié et aider à dimensionner les alimentations électriques (générateur, solaire ou autre).
- Identifier les appareils et services qui représentent une part significative des besoins totaux en énergie et en puissance.
- Comprendre la variation des besoins en puissance et en énergie au cours d'une journée et identifier les périodes de forte activité.

Un diagnostic complet peut également être utile à des fins de rapports, d'audits et/ou d'études.



Adapté d'ACF

Gestion de la Demande en Énergie

Il est normal de considérer l'électricité comme acquise, mais l'énergie a toujours un coût. Pour améliorer la manière dont l'énergie est utilisée, il faut éviter les consommations inutiles et minimiser les consommations inévitables sans dégrader la qualité du service. Il est important de penser en termes de service plutôt qu'en termes d'appareils, et d'essayer de trouver les solutions les plus efficaces pour accomplir le service requis.

Exemple :	**Exigence de Service :** Un environnement de travail frais est nécessaire, pas la climatisation. **Satisfaire à l'Exigence de Service :** Envisager de choisir l'emplacement de la pièce le moins susceptible de se réchauffer, d'installer des rideaux blancs qui laissent entrer la lumière mais réduisent la chaleur, d'augmenter l'isolation d'une pièce, puis d'installer un climatiseur.

Avec l'aide du diagnostic énergétique :

- **Identifier les services à fort impact** pour comprendre quels services ont un impact significatif sur la consommation d'électricité et d'énergie et quand surviennent les périodes de forte activité.
- **Examiner les alternatives potentielles** – les outils de travail, les réfrigérateurs et l'éclairage sont des consommateurs d'électricité évidents et difficiles à éviter. D'autres

consommateurs d'énergie offrent d'autres possibilités, comme les chauffe-eau et les cuisinières. Envisager les solutions possibles en fonction de la faisabilité et du coût initial, de la consommation d'énergie et des coûts de fonctionnement, ainsi que de la qualité du service.

- **Réduire les pertes, augmenter l'efficacité** en choisissant des appareils efficaces et bien dimensionnés en fonction de l'usage et du nombre d'utilisateurs, et en les utilisant de manière à maximiser leur efficacité, par exemple en nettoyant et en entretenant les équipements et les appareils pour augmenter leur efficacité.
- **Réduire les utilisations inutiles** en éteignant et en débranchant les appareils lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Il peut être nécessaire d'apposer des affiches ou des dépliants pour le rappeler aux utilisateurs.
- **Optimiser la consommation dans le temps,** en identifiant les périodes de forte activité et, si possible, en évitant ou en reportant l'utilisation des appareils les plus puissants pendant les périodes de forte activité ou lorsqu'ils fonctionnent sur des systèmes de secours à batterie/solaire. Marquer les appareils puissants dont l'utilisation peut être reportée, comme ceux destinées au confort ou aux tâches non urgentes, et différencier ceux utilisés pour le travail, la sécurité, les communications.

Gestion de l'Approvisionnement en Énergie

Une sélection appropriée de l'alimentation principale et de l'alimentation de secours aura un impact important non seulement sur les économies de coûts, mais aussi sur la manière dont la consommation d'énergie est optimisée. La combinaison choisie doit être capable de :

- Fournir suffisamment de puissance pour l'installation.
- Si possible, garantir une disponibilité de l'électricité 24h/24 et 7j/7 dans le bâtiment.
- Assurer une qualité minimale (chute de tension ou fluctuations de fréquence limitées).
- Minimiser les coûts.
- Fonctionner et être exécutée en toute sécurité.
- Maintenir l'impact sur l'environnement local à un niveau aussi bas que possible, notamment en réduisant la fumée, les vibrations, le bruit pendant la nuit, en assurant de bonnes conditions de vie et de travail, et en prévenant les conflits de voisinage.
- Minimiser l'impact environnemental global.

La décision sur le type d'alimentation électrique principale dépendra principalement du raccordement du bâtiment au réseau électrique public. La connexion à un réseau public est considérée comme optimale lorsqu'elle est disponible et devrait être la première option si elle est disponible. S'il n'y a pas de réseau ou si le réseau n'est pas fiable, alors un générateur doit être envisagé.

Un système de secours ou un générateur peut être et sera requis si un réseau présente un risque de coupures de courant ou lorsqu'un système électrique redondant est nécessaire comme mesure de sécurité essentielle.

Il existe de nombreuses options pour un système de secours, notamment les batteries, l'énergie solaire ou les petits générateurs. D'autres éléments doivent être pris en compte lors du choix d'un système de secours, notamment la nature et la fiabilité de la source principale.

L’achat d’un générateur n’est peut-être pas très coûteux, mais les générateurs nécessitent du carburant et de l’entretien, et les coûts de fonctionnement peuvent être assez élevés. À l’inverse, les batteries et les systèmes solaires nécessitent des investissements importants, mais leurs coûts de fonctionnement sont très faibles. Les coûts initiaux et de fonctionnement doivent être pris en compte lors du choix d’une alimentation électrique.

Coûts de Fonctionnement Estimés :

Système de Secours Proposé	Coût Initial	Coût Total après 1 an	Coût Total après 2 ans
Générateur 2kVA	600 €	14 600 €	28 800 €
Système de Batteries	4 800 €	9 300 €	13 900 €
Solaire (couvrant 30% des besoins en énergie)	6 500 €	9 600 €	12 900 €

Alimentation Principale, Alimentation de Secours et Combinaisons Possibles

Réseau Public + Générateur

ans de nombreux contextes, l’alimentation électrique principale est l’électricité fournie par la compagnie d’électricité locale. L’alimentation de secours est un générateur qui doit être capable de couvrir tous les besoins en électricité de l’installation, à l’exception des appareils indiqués comme non essentiels.

Avantages	Inconvénients
• Simple et bon marché • Disponible localement • Nuisances limitées	• Des coupures brèves se produisent car le générateur doit être démarré lorsque le réseau tombe en panne • Onduleur et/ou régulateur nécessaire • Approvisionnement en carburant et stock de carburant nécessaire • Maintenance nécessaire pour le générateur même s’il est rarement utilisé
Recommandé pour	

Avantages	Inconvénients

Recommandé pour

- Un bâtiment raccordé au réseau public avec de longues coupures imprévisibles
- Un bâtiment raccordé au réseau électrique public dans un contexte sécuritaire dégradé
- Un bâtiment raccordé au réseau électrique public et utilisé pour une durée limitée
- Une alimentation de secours d'urgence en cas de besoin

Générateur + Générateur

Dans une configuration avec générateur uniquement, l'électricité est fournie par deux générateurs ou plus. Pour utiliser deux générateurs :

- Les deux générateurs peuvent être soit identiques, soit capables de produire la même quantité d'énergie, et peuvent être utilisés de manière interchangeable et suivant un plan d'utilisation détaillé.
- L'un des générateurs peut être plus petit que l'autre et n'être utilisé qu'en tant que générateur de secours. Dans le cas de deux générateurs de puissance différente, l'unité la plus petite ne devra pas ou ne pourra pas couvrir l'ensemble des besoins en électricité du contexte d'exploitation, et devra peut-être être câblée spécifiquement pour alimenter uniquement les éléments essentiels.

Avantages	Inconvénients
• Technologie bien connue • Disponible localement • Coûts initiaux limités	• Bruit permanent et problèmes d'entretien • Coût de fonctionnement élevé • Courte coupure lors de la commutation des générateurs • Onduleur et/ou régulateur requis • Approvisionnement en carburant et stock de carburant requis • Fiabilité limitée et entretien fréquent • Gestion fastidieuse

Recommandé pour

- Un bâtiment isolé avec des besoins énergétiques élevés
- Un bâtiment isolé utilisé pour une durée limitée
- Une alimentation de secours d'urgence en cas de besoin

Réseau Électrique + Batteries

Dans cette configuration, l'alimentation électrique principale est l'électricité fournie par une compagnie d'électricité locale, tandis que l'alimentation de secours est un système de batteries qui offre une autonomie limitée à l'installation en cas de panne.

Avantages	Inconvénients
• Électricité 24h/24 et 7j/7, sans coupure ni micro-coupure • Grande fiabilité • Bonne qualité de l'électricité • Facilité d'ajout de l'alimentation solaire • Nuisances limitées	• Dépendance vis-à-vis du réseau • Approvisionnement et entretien au niveau local pas toujours possibles • Local nécessaire pour les batteries • Coût initial plus élevé qu'un générateur • Un générateur de secours peut toujours être nécessaire • Durée de vie limitée des batteries (2 à 5 ans) et impact environnemental possible lors de leur élimination

Recommandé pour

- Un bâtiment raccordé au réseau public avec des coupures courtes et fréquentes
- Un bâtiment raccordé au réseau public avec des coupures de nuit
- Première étape vers l'installation d'un système solaire

Générateur + Batteries

Dans cette configuration, l'alimentation électrique principale est un générateur qui fournit de l'électricité pendant les heures de forte activité. Le système de secours est un système de batteries qui accumule l'électricité lorsque le générateur fonctionne et alimente l'installation pendant les heures de faible consommation.

Avantages	Inconvénients
• Électricité 24h/24 et 7j/7, sans coupure ni micro-coupure • Pas de nuisance pendant les heures de faible consommation • Bonne qualité de l'électricité • Meilleure fiabilité et durée de vie du générateur • Plus de flexibilité sur la consommation d'énergie • Facilité d'ajout de l'alimentation solaire	• Approvisionnement en carburant et stock de carburant requis • Durée minimale de fonctionnement quotidien du générateur pour recharger les batteries • L'achat et l'entretien au niveau local ne sont pas toujours possibles • Local nécessaire pour les batteries • Coût initial plus élevé que le générateur seul • Un générateur de secours peut toujours être nécessaire • Durée de vie limitée des batteries (2 à 5 ans) et impact environnemental possible lors de l'élimination des batteries

Recommandé pour

- Un bureau ou un complexe isolé(e)
- Première étape vers l'installation d'un système solaire

Réseau Public OU Générateur + Solaire

Dans cette configuration, l'électricité est fournie par la source principale - réseau ou générateur - pendant les heures de forte activité et par le système solaire pendant la journée. Un système de batterie accumule l'électricité de toutes les sources et alimente l'installation lorsqu'elles sont éteintes.

Avantages	Inconvénients
• Identique à la combinaison « réseau/générateur + batteries » • Moins de nuisances • Économie de carburant, meilleur rapport coût/efficacité sur le long terme pour un bâtiment isolé • Alimentation électrique de secours très fiable	• L'installation peut prendre un certain temps. • L'achat et l'entretien au niveau local ne sont pas toujours possibles • Local nécessaire pour les batteries et grande surface ouverte requise • Coût initial élevé • Durée de vie limitée des batteries (2 à 5 ans) et impact environnemental possible lors de l'élimination des batteries

Recommandé pour

- Les lieux d'habitation isolés
- Un bâtiment isolé ayant des besoins en énergie limités
- Un bâtiment isolé dans une zone où l'approvisionnement en carburant est très difficile et/ou très coûteux
- Un bâtiment où le contexte de sécurité impose une alimentation de secours très fiable et totalement autonome, comme les endroits où il est possible d'hiberner.

Groupes Électrogènes

Un générateur est la combinaison d'un moteur (moteur d'entrainement) qui produit de l'énergie mécanique à partir de carburant et d'un générateur électrique (alternateur) qui convertit l'énergie mécanique en électricité. Ces deux parties sont montées ensemble pour former un seul équipement.

Les générateurs mécaniques comme source d'énergie sont courants dans le secteur humanitaire, en dehors du réseau public, principalement parce qu'ils sont généralement disponibles et peuvent être acquis et installés relativement rapidement presque partout. Les générateurs reposent sur une technologie bien connue et il n'est pas difficile de trouver un bon technicien pour en installer un dans de nombreux contextes. Cependant, faire fonctionner un générateur est coûteux, il nécessite un entretien fréquent et complexe ainsi qu'un approvisionnement constant en carburant. Les générateurs peuvent également causer de nombreux problèmes, tels que le bruit, les vibrations, la pollution, etc.

Les générateurs sont principalement utiles dans trois types de situations :

- En tant qu'alimentation électrique principale lorsqu'il n'y a pas de réseau électrique public disponible ou lorsque le réseau est très peu fiable.
- En tant qu'alimentation électrique de secours lorsqu'il n'est pas possible d'investir dans une alimentation plus efficace : urgence, installation à court terme, etc.
- En tant qu'alimentation électrique de secours pour les bâtiments ayant des besoins en

énergie très importants (principalement les bâtiments équipés de climatisation ou de chauffages électriques).
- En tant qu'alimentation électrique de secours pour les installations qui détiennent des capacités de chaîne du froid.

Dans tous les autres cas, une évaluation plus complète doit être effectuée pour évaluer les alternatives au générateur. Lorsque l'on envisage un générateur comme alimentation principale ou de secours, il ne faut pas sous-estimer le temps nécessaire à la manipulation de l'équipement ni oublier d'inclure dans le budget la préparation de ses installations.

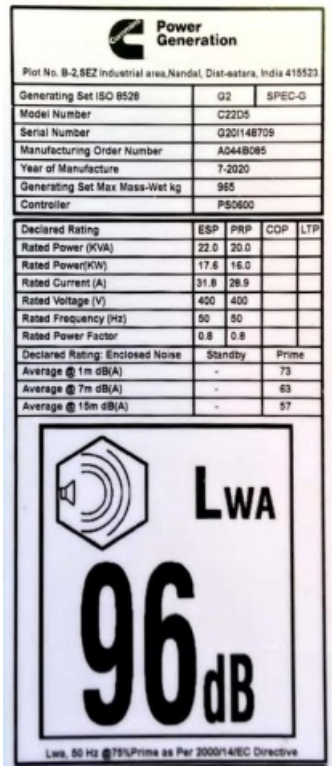
Caractéristiques

Voici les principales caractéristiques à prendre en compte pour choisir l'équipement approprié pour couvrir les besoins.

Puissance du Générateur

La première chose à évaluer lors de la recherche d'un générateur est sa taille - quelle puissance peut-il générer ?

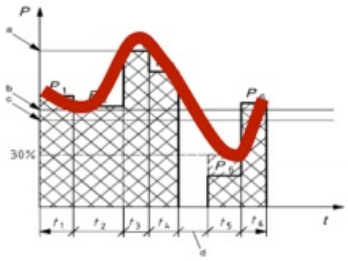
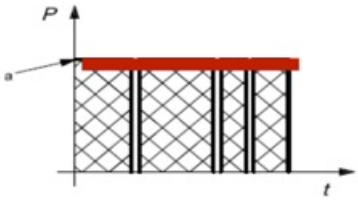
Exemple Étiquette Standard sur le Côté du générateur



La puissance nominale est normalisée selon la norme ISO-8528-1. Les puissances les plus courantes sont les suivantes :

Puissance ISO du Générateur	Classification de Charge	Limites de Temps de Fonctionnement
Puissance Principale (PRP)	Conçu pour une charge variable	Cette puissance est disponible pendant un nombre illimité d'heures d'utilisation avec un facteur de charge variable. Une surcharge de 10 % est possible pendant 1 heure maximum toutes les 12 heures, sans dépasser 25 heures par an.
Puissance Continue (COP)	Conçu pour une charge constante	Cette puissance est disponible pendant un nombre illimité d'heures d'utilisation avec un facteur de charge fixe. Aucune surcharge n'est autorisée.
Puissance de Secours d'Urgence (ESP)	Conçu pour une charge variable	Cette puissance n'est disponible que pendant 25 heures par an avec un facteur de charge variable. 80% de cette puissance est disponible pendant 200 heures par an. Aucune surcharge n'est autorisée.

Schéma : Types de Charge

Charge Variable	Charge Constante
	

La plupart du temps, seule la Puissance Principale est pertinente lors de l'achat d'un générateur. Lors de l'acquisition d'un générateur, il convient de vérifier si la puissance du générateur est indiquée sans référence à une méthode de clasffication normalisée. Si aucun modèle de classification n'est indiqué, il convient de consulter le fabricant ou d'obtenir la documentation auprès du vendeur.

La puissance peut être évaluée en watt (W), kilowatt (kW), voltampères (VA) ou kilovoltampères (kVA). Par souci de clarté, 1kW = 1000W et 1kVA = 1000VA

Une valeur nominale en watts indique une***puissance réelle*** (P) ; une valeur nominale en voltampères indique une ***puissance apparente*** (S). Seule la puissance réelle doit être prise en compte lors de la planification de la consommation. La puissance réelle est la puissance effectivement consommée ou utilisée dans un Circuit en Courant Alternatif, et c'est donc la manière dont les besoins en puissance et la consommation d'énergie sont calculés dans un exercice de diagnostic.

Si seule la puissance apparente (en kVA) est indiquée, vous pouvez évaluer la puissance réelle avec la formule générale suivante :

$$P(W) = S(VA) \times 0,8$$

0,8 de la puissance apparente est le facteur de puissance réel supposé. Il peut varier d'une machine à l'autre, mais 0,8 est une valeur moyenne fiable.

Lors du choix d'un générateur, celui-ci devra au minimum accueillir la puissance calculée dans le cadre de l'exercice de diagnostic. Il convient cependant de prendre en compte les précautions suivantes :

Ne pas confondre kW et kVA: Les besoins en puissance de l'installation sont couramment calculés en kW tandis que la puissance du générateur est généralement évaluée en kVA. Dans ce cas, il faut diviser par 0,8 (ou ajouter 20 %) pour convertir la puissance de l'installation de kW en kVA.

Si les besoins en énergie supposés d'une installation sont de 6 380 W, comment dimensionner le générateur et quel doit être son KVA ?

Exemple :

La puissance du générateur doit être d'au moins 6,4 kW en termes de Puissance Principale. Pour déterminer le kVA :

6,4 / 0,8= 8kVA PRP

Un besoin en puissance de 6 380 W nécessite un générateur d'un minimum de**8kVa.**

Tenir compte des taux de fonctionnement inférieurs (déclassements): La puissance qu'un générateur peut fournir diminue avec l'augmentation de l'altitude et de la température. Le tableau ci-après indique les corrélations entre les facteurs environnementaux et les déclassements :

Altitude	Déclassement	Température	Déclassement
150m	Pas de déclassement	30°C	Pas de déclassement
300m	-1,8%	35°C	-1,8%
500m	-4,1%	40°C	-3,6%
1000m	-9,9%	45°C	-5,4%
2000m	-21,6%	50°C	-7,3%
3000m	-33,3%	55°C	-9,1%

Il convient de noter que la température à l'intérieur de la salle du générateur peut être bien

élevée que la température ambiante.

Exemple :

Un générateur a une puissance apparente de 10 kVA, et fonctionnera à 1 000 m d'altitude, et dans une salle des générateurs avec une température moyenne de 45°C. Quelle sera la puissance de sortie prévue ?

Ajustement de l'altitude :

10kVa × (1 - 0,099) = 9,01kVA

Température moyenne de 45°C :

9,01kVa × (1 – 0,054) = 8,52 kVA

La puissance apparente « réelle » est de**8,52 kVa.**

Rotation Par Minute (RPM)

Les moteurs des générateurs ont généralement soit :

- 1500 tr/min : destiné à un usage intensif (plus de 6 heures de fonctionnement) capable d'atteindre des puissances élevées.
- 3 000 tr/min : destiné à une utilisation à court terme, avec de meilleurs rapports puissance/volume et puissance/poids mais une consommation horaire de carburant plus élevée.

Les générateurs de 1500 tr/min devraient être privilégiés par la plupart des acteurs humanitaires.

Niveau de Bruit

Un moteur est très bruyant lorsqu'il est en route. Le niveau de bruit est un élément important à prendre en compte lors de la recherche d'un générateur, car il fonctionne généralement pendant les heures de travail ou de repos. Un bruit continu, même à un niveau très bas, peut devenir épuisant sur une longue période de temps.

Les niveaux de bruit sont indiqués en dB(A) L WA. À des fins de comparaison, voici quelques sons courants.

Source sonore commune	Niveau dB(A)
Réfrigérateur à 1 m de distance	50 dB(A)
Aspirateur à 5 m de distance	60 dB(A)

Source sonore commune	Niveau dB(A)
Route principale à 5 m de distance	70 dB(A)
Trafic intense sur une voie rapide à 25 m de distance	80 dB(A)
Tondeuse à gazon à essence	90 dB(A)
Marteau-piqueur à 10 m de distance	100 dB(A)
Discothèque	110 dB(A)
Seuil de la douleur	120 dB(A)

Le niveau de bruit moyen dans un bureau devrait se situer autour de 70dB(A), tandis que le niveau de bruit dans une chambre la nuit devrait être inférieur à 50dB(A).

Il convient de noter que lorsque vous comparez les niveaux de bruit à différentes distances :

- dB(A) à 4 mètres dB(A) LWA – 20.
- Le niveau de bruit diminue de 6 dB chaque fois que la distance par rapport à la source double.

Exemple :

Il y a un générateur à 97 dB(A) L WA dans une salle des générateurs située à 15 mètres d'un bâtiment. Quel volume sera entendu dans le bâtiment ?

97dB(A) L WA équivaut à 77dB(A) à 4 mètres

77dB à 4m = 71dB à 8m

71dB à 8m = 65dB à 16m

Le niveau de bruit dans le bâtiment sera d'environ **65 dB(A)**, peut-être inférieur en fonction de l'isolation acoustique de la salle des générateurs et du bureau. C'est un niveau acceptable pour un bureau mais pas pour un lieu d'habitation la nuit.

En général, il est recommandé de ne pas utiliser de générateurs qui produisent un niveau de bruit supérieur à 97 dB(A) L WA. Si le générateur doit être utilisé la nuit, il est recommandé d'utiliser un auvent acoustique ou de construire un mur antibruit pour atténuer une partie de la pollution sonore.

Capacité du Réservoir

Un générateur ne peut pas être ravitaillé pendant qu'il fonctionne, la capacité du réservoir est donc l'un des principaux facteurs déterminant l'autonomie. Une estimation prudente de la consommation horaire d'un générateur de 1500 tr/min est de 0,15 L x puissance nominale. Un réservoir de carburant doit être choisi en conséquence.

Exemple :

Un générateur avec une Puissance Principale de 8kVA alimente un bureau sans être ravitaillé en carburant pendant la journée de travail (10 heures). En connaissant ces chiffres, quelle est la taille de réservoir suggérée ?

La consommation horaire de carburant de ce générateur est la suivante :

0,15 x 8 = 1,2 L/h

Le calcul pour le réservoir de carburant est le suivant :

1,2 x 10 = 12L

Le réservoir de carburant doit donc avoir une capacité d'au moins **12L**.

Il n'est pas recommandé de faire fonctionner un réservoir en dessous de 1/5 de sa capacité ; un faible volume dans le réservoir peuvent attirer dans la conduite de carburant des particules et des débris déposés au fond du réservoir, ce qui est potentiellement dangereux pour le moteur.

Carburant

Les générateurs, comme les véhicules, peuvent utiliser du diesel ou de l'essence et présentent des avantages et des inconvénients. Les générateurs diesel sont plus chers, mais le diesel est souvent moins cher que l'essence et les générateurs diesel ont de meilleurs rapports puissance/volume et puissance/poids que les générateurs à essence.

Le choix du carburant doit être déterminé en fonction du prix local et de la disponibilité des deux types de carburant. Un point à considérer est le type de carburant utilisé par les véhicules de l'organisation. L'utilisation du même carburant pour les générateurs et les véhicules peut réduire la complexité liées au stockage de plusieurs types de carburant. La sécurité peut également être une préoccupation pour les très grandes quantités de carburant stockées - le carburant diesel a également un point d'éclair nettement plus élevé que l'essence, ce qui signifie qu'il ne s'enflammera à l'air libre qu'au-dessus de 52 °C, tandis que l'essence peut s'enflammer à des températures inférieures au point de congélation.

Sécurité

Les générateurs doivent être équipés d'un disjoncteur à courant résiduel, de sorte que les surtensions et les courts-circuits puissent déclencher le disjoncteur localement, ce qui facilite son réarmement et empêche les dommages de se produire plus loin dans le circuit. En outre, les générateurs sont généralement équipés d'un disjoncteur/interrupteur de transfert manuel pour contrôler la connexion de l'électricité au circuit installé du bureau ou du complexe.

Les générateurs doivent également être équipés d'un bouton d'arrêt d'urgence, en cas d'incendie, de défaillances mécaniques catastrophiques ou d'autres problèmes. Le bouton d'arrêt d'urgence doit être clairement indiqué. Les générateurs avec auvent acoustique doivent

être équipés d'un bouton-poussoir d'arrêt d'urgence à l'extérieur de l'auvent.

Installation du Générateur

Salle des Générateurs/Zone de Stockage

Les générateurs nécessitent généralement un endroit spécifique pour être installés À moins qu'un générateur ne soit spécifiquement conçu pour des applications mobiles, il n'est généralement pas déplacé. L'emplacement d'un générateur a un impact sur son fonctionnement et sa durée de vie, et doit être bien planifié.

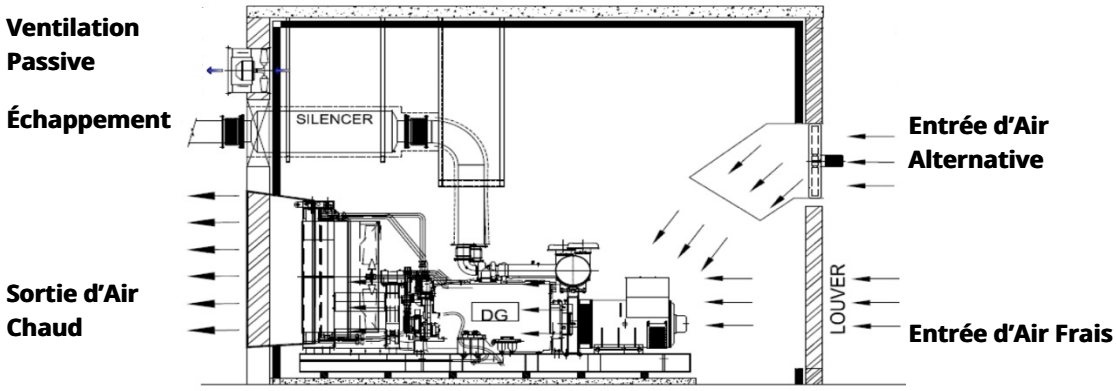
Certains générateurs peuvent être extrêmement lourds et encombrants, et souvent leur emplacement autour d'un bureau ou d'un complexe dépendra de la capacité des équipements mécaniques ou des véhicules à charger/décharger le générateur complet.

Les générateurs doivent être installés sur une surface plane et régulière. Contrairement aux véhicules, les générateurs ne sont pas conçus pour fonctionner en pente ou en position inclinée. Une légère inclinaison ou une pente peut légèrement faire bouger les générateurs avec le temps en raison des vibrations ou de l'exposition aux éléments, ce qui peut endommager les structures et l'équipement, ou rendre l'entretien de l'équipement difficile. Si un générateur lourd se déplace dans un espace clos avec une structure construite autour de lui, le déplacer à la main peut être impossible.

La fondation de l'endroit où se trouve un générateur doit être suffisante pour supporter le poids du générateur et être électriquement neutre. Les générateurs peuvent être extrêmement lourds et, avec le temps, ils peuvent abîmer ou dégrader de mauvaises fondations, ou même déplacer leur orientation. De plus, les vibrations d'un générateur en marche peuvent accélérer considérablement la dégradation des fondations ou de la zone de stockage, surtout si le générateur n'est pas solidement fixé en place - les vibrations agissent comme un marteau-piqueur faible mais constant.

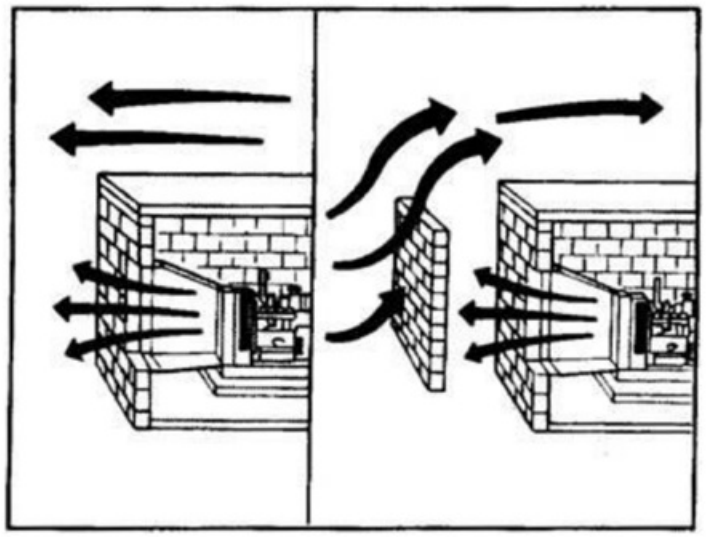
Il est recommandé d'installer une sorte d'amortisseur pour réduire les vibrations du générateur, comme des pièces de bois ou de caoutchouc. Cela permet de réduire les vibrations en surélevant légèrement l'équipement, et cela aide également à contrôler la chaleur tout en facilitant l'inspection et l'identification des fuites de l'unité.

En fonction de la disposition de l'espace de fonctionnement requis, les générateurs peuvent être installés dans des pièces autonomes, être placés dans une sorte de hangar à générateurs ouvert ou être exposés à l'air libre. Idéalement, les générateurs seront recouverts d'un toit ou d'une autre forme de couverture pour les protéger de la pluie, de la neige ou d'un ensoleillement direct excessif, qui peuvent tous avoir un impact sur le fonctionnement d'un générateur. En raison de la taille et du poids des générateurs, il se peut que l'abri ou la pièce doive être construit(e) après la livraison, le déchargement et l'installation du générateur.



Le local ou la zone de stockage doit répondre à plusieurs objectifs : isoler le générateur pour réduire le bruit et l'impact environnemental sur son environnement, et empêcher l'accès non autorisé du personnel, des visiteurs, des animaux ou autres. Même si un générateur est relativement exposé, par exemple s'il est couvert par un auvent sans murs, il est toujours conseillé d'avoir une sorte de contrôle d'accès au générateur physique. Les zones de stockage du générateur peuvent nécessiter des murs physiques supplémentaires construits sur un ou plusieurs côté(s) du générateur pour bloquer le bruit et les vents dominants.

Bien que les matériaux de construction puissent varier, l'orientation doit être planifiée avec soin, en profitant des courants de vent et en minimisant les nuisances sonores et thermiques. L'espace d'un générateur doit toujours être bien ventilé, notamment par l'utilisation d'évents de toit ou de murs entièrement exposés. Si un générateur se trouve dans un espace fermé, des conduits de sortie d'air spécialement conçus sont nécessaires. Il convient de s'assurer que toutes les sorties ne se déversent pas dans des zones où les humains et les animaux travaillent ou auxquelles ils accèdent fréquemment. S'il n'y a pas d'autre option que de ventiler dans des zones auxquelles les humains et des animaux ont accès, alors tous les points de sortie doivent être éloignés d'au moins deux mètres desdits espaces et être bien signalés.



Dans la mesure du possible, il convient de placer le carburant ou les autres marchandises dangereuses de manière à ce que le vent dominant ne pénètre pas dans le radiateur/la sortie d'échappement. Si cela n'est pas possible, il convient d'installer un pare-vent.

Utilisation d'un Générateur

Bien qu'il existe des règles générales et des bonnes pratiques pour utiliser un générateur, la meilleure source d'informations est toujours le manuel d'utilisation de la machine concernée, qui fournit tous les détails sur son utilisation et son entretien. Les conseils du fabricant doivent toujours être suivis.

En général, une bonne gestion d'un générateur commence par la mise en place d'un système de suivi précis et à jour. Le suivi est crucial pour effectuer des analyses, identifier les défaillances potentielles et les mauvaises utilisations, et donner des informations pour les réparations futures et la prise de décision. Il est important de tenir des registres au moins sur :

- Les heures d'utilisation.
- Le ravitaillement en carburant.
- L'entretien effectué.

Un registre simple mais complet doit être utilisé. Un registre doit être conservé à proximité du générateur, et toutes les personnes gérant le générateur doivent être formées et sensibilisées à son utilisation correcte.

Même si les types de générateurs à puissance principale sont prévus pour une utilisation « illimitée », cela ne signifie pas que les générateurs peuvent fonctionner pendant une durée continue illimitée. Les générateurs restent des machines, qui subissent une dégradation et peuvent surchauffer ou tomber en panne. Le fonctionnement continu des générateurs peut varier d'une machine à l'autre, mais d'une manière générale, les générateurs que les organisations humanitaires obtiennent sur le terrain ne sont pas conçus pour fonctionner pendant plus de 8 à 12 heures d'utilisation en continu en une seule fois. Faire fonctionner un générateur pendant plus de 8 à 12 heures peut réduire considérablement sa durée de vie et entraîner une fréquence plus élevée de pannes.

Les générateurs doivent généralement être éteints pendant une période de refroidissement, c'est pourquoi de nombreuses organisations installeront deux générateurs principaux dans un complexe ou un bureau. Les deux générateurs sont généralement installés à proximité l'un de l'autre, voire dans le même local de stockage, et sont tous deux connectés au circuit électrique principal de l'installation. Si deux générateurs sont installés en tandem, il doit y avoir un grand commutateur de transfert externe pour acheminer le courant provenant de l'un ou l'autre des générateurs à la fois. En aucun cas, les deux générateurs ne doivent pouvoir fournir un courant électrique au même circuit fermé en même temps – cela pourrait causer des dommages catastrophiques aux installations et aux équipements.

L'utilisation de deux générateurs peut être planifiée en fonction des besoins - soit les deux générateurs doivent avoir une capacité d'alimentation électrique identique, soit le générateur secondaire est utilisé pendant des heures où les besoins en charge sont moindres. L'énergie solaire et d'autres alimentations de secours peuvent également être connectées au commutateur de transfert externe. Habituellement, la commutation entre les générateurs comprend le démarrage du générateur entrant pendant que le générateur sortant est toujours en marche. Cela permettra au générateur entrant de se chauffer. Cela permettra également au commutateur de transfert principal de passer d'un générateur à l'autre pendant que le courant est fourni, afin de minimiser les perturbations dans les bureaux ou les lieux d'habitation.

Démarrage et Arrêt d'un Générateur

Les générateurs dépassant une certaine taille et conçus pour une utilisation à moyen ou long terme sont généralement dotés d'un interrupteur interne servant à connecter ou déconnecter l'unité du circuit principal installé dans le bureau ou le complexe. Si l'interrupteur du générateur est réglé de manière à ce que le générateur ne soit pas connecté, le moteur

continuera à tourner et l'alternateur à produire de l'électricité, mais le circuit principal ne sera pas en mesure de recevoir un courant électrique.

Les générateurs ne doivent jamais être démarrés ou arrêtés lorsqu'ils sont connectés à l'installation, également indiqués comme « chargés »

Lorsqu'un générateur se met en marche, il peut y avoir des pics ou des décrochages de la puissance produite, en raison de la présence d'air dans les conduites de carburant, de débris ou d'autres éléments normaux du processus de démarrage. Ces surtensions peuvent dépasser la charge nominale d'une installation donnée et peuvent endommager l'équipement s'il n'est pas correctement protégé. Il est bon de disposer d'une affiche ou d'un dépliant dans la langue des personnes qui utilisent le générateur, expliquant le processus de démarrage et d'arrêt de l'équipement et comprenant des photos des principales parties à toucher et des actions à entreprendre.

Procédure de démarrage standard :

1. S'assurer que le disjoncteur du générateur est ouvert (si le générateur n'a pas de disjoncteur : s'assurer que le disjoncteur principal de l'installation est ouvert).
2. Vérifier le niveau d'huile.
3. Vérifier le niveau de carburant.
4. Vérifier le niveau d'eau (uniquement pour les générateurs refroidis à l'eau).
5. S'assurer qu'il n'y a pas de fuite (pas d'huile ou de carburant sous le générateur).
6. Démarrer le générateur.
7. Attendre 2 minutes.
8. Fermer le circuit du circuit principal du bureau ou du complexe.
9. Inscrire l'heure de démarrage dans le registre associé.

Procédure d'arrêt standard :

1. Prévenir les utilisateurs que le courant va être coupé.
2. Ouvrir le disjoncteur du générateur (si le générateur n'a pas de disjoncteur : ouvrir le disjoncteur principal de l'installation).
3. Attendre 2 minutes et.
4. Arrêter le générateur.
5. Inscrire l'heure d'arrêt dans le registre associé.
6. Faire le plein de carburant si nécessaire.

Entretien et Maintenance

Un générateur doit être entretenu régulièrement pour garantir qu'il fournit une énergie de qualité tout au long de sa vie. L'entretien de routine est relativement simple - il existe des lignes directrices générales sur les services nécessaires pour prévenir les pannes ou améliorer le fonctionnement de l'équipement.

Bien que la meilleure pratique d'entretien du générateur consiste à suivre l'entretien et le calendrier du fabricant, les contrôles et opérations suivants peuvent être appliqués pour s'en rapprocher, surtout si les directives du fabricant ne sont pas connues.

OPÉRATION D'ENTRETIEN	FRÉQUENCE D'ENTRETIEN				
	Tous les jours ou toutes les 8 heures	Tous les mois	Toutes les 150 heures	Toutes les 250 heures	Toutes les 500 heures
Inspection Générale	X				
Vérifier le niveau d'huile moteur et de carburant	X				
Nettoyer et vérifier la batterie		X			
Vérifier la connexion de mise à la terre		X			
Nettoyer le pare-étincelles			X		
Nettoyer les filtres à carburant			X		
Vidanger le réservoir de carburant			X		
Changer l'huile du moteur				X	
Remplacer les éléments des filtres à air et à carburant				X	
Nettoyer les ailettes de refroidissement du moteur				X	

OPÉRATION D'ENTRETIEN	FRÉQUENCE D'ENTRETIEN				
	Tous les jours ou toutes les 8 heures	Tous les mois	Toutes les 150 heures	Toutes les 250 heures	Toutes les 500 heures
Remplacer la/les bougie(s) d'allumage					X
Vérifier la buse d'injection de carburant					X
Remplacer le filtre à carburant					X
Régler le jeu de soupapes					X

Les heures de service sont comptabilisées en « heures de fonctionnement », c'est-à-dire uniquement les heures pendant lesquelles le générateur est effectivement en marche et fournit de l'électricité. Il convient de noter que même si vous faites fonctionner un générateur pendant 12 heures en moyenne, atteindre 250 ou 500 heures de temps de fonctionnement total peut se produire extrêmement rapidement, ce qui signifie que les intervalles d'entretien des générateurs peuvent être assez fréquents. Les petits investissements réalisés pour remplacer les composants et entretenir régulièrement les générateurs peuvent éviter des mises à niveau coûteuses et inutiles, voire le remplacement de l'unité entière à l'avenir.

Lors de l'entretien de routine, chaque action effectuée doit être consignée, ainsi que les relevés et les paramètres enregistrés avec la date de l'inspection et le relevé du compteur horaire. Ces séries de relevés sont comparées à la prochaine série de données recueillies. Toute variation considérable du relevé peut indiquer des performances défectueuses de l'unité.

L'entretien préventif permet ainsi à l'organisation de disposer d'une alimentation électrique ininterrompue pour tous ses besoins. Si un générateur est rarement utilisé, il est indispensable de le démarrer au moins une fois par semaine pour le maintenir en bon état.

	Utilisation Intensive	Utilisation Occasionnelle
Démarrage du Générateur	Aussi souvent que nécessaire	Au moins une fois par semaine
Entretien des 150 heures	Tous les mois	Tous les 4 mois
Entretien des 250 heures	Tous les 3 mois	Tous les ans
Entretien des 500 heures	Tous les 6 mois	Tous les 2 ans

Maintenance Corrective

Dans certains programmes ou sites d'exploitation, il est judicieux d'avoir en permanence un technicien de réparation qualifié au sein de l'équipe. Dans la plupart des cas, il est recommandé d'identifier et d'établir un accord à long terme ou une autre forme de contrat de service avec un prestataire de confiance. Les prestataires de services doivent être chargés de l'entretien principal et être prêts en cas de panne. Un critère important lors de la sélection d'un prestataire tiers est sa capacité à fournir des pièces détachées pour l'équipement requis. Si un prestataire tiers ne peut pas fournir de pièces détachées, les organisations devront alors maintenir un stock de leurs propres pièces détachées.

Un groupe électrogène est la combinaison d'un moteur et d'un alternateur plus le câblage, les commandes, les protections et les connexions. Ce sont ces composants qu'il faut vérifier lors de la recherche d'une panne.

Il existe quatre types de dysfonctionnements possibles du générateur :

- Le moteur ne démarre pas.
- Le moteur démarre, mais il cale ou saute.
- Le moteur fonctionne mais commence à surchauffer après un certain temps.
- Le moteur fonctionne sans problème, mais l'électricité n'est pas correctement générée.

Il est recommandé de se référer au manuel d'utilisation pour obtenir des instructions spécifiques sur la recherche des pannes, car les modèles varient d'un fabricant à l'autre. À moins qu'un problème ne soit immédiatement identifiable, il peut être nécessaire de faire appel à un technicien professionnel des générateurs ou à un électricien qualifié.

Considérations de Sécurité

- Un générateur ne doit jamais être utilisé dans une pièce occupée en permanence par des personnes ou des animaux.
- Une salle de générateurs doit être correctement ventilée.
- Le carburant et l'huile ne doivent pas être stockés dans la salle de générateurs.
- Un extincteur adapté aux incendies électriques et de carburant (de préférence un extincteur au CO2) doit être disponible à l'extérieur de la salle de générateurs. Un seau de sable d'incendie peut être une option lorsque les extincteurs ne sont pas disponibles ou

comme solution de secours.
- Tous les générateurs doivent être correctement mis à la terre. En général, les générateurs sont munis d'un boulon de mise à la terre dans le cadre marqué du symbole de mise à la terre, auquel les câbles de mise à la terre doivent être fixés. S'il n'y a pas de boulon apparent, le câble de mise à la terre peut être directement connecté au cadre métallique du générateur.

Système de Batteries

Un système de batteries exploite les réactions chimiques pour stocker l'électricité en vue d'une utilisation ultérieure, qu'elle provienne d'un générateur ou du réseau public. En termes techniques, l'électricité elle-même ne peut pas être stockée, mais l'équivalent énergétique relatif est stocké sous forme d'énergie potentielle par réaction chimique et peut être transformé en électricité ultérieurement Les batteries chimiques fonctionnent en chargeant une solution qui conserve la charge suffisamment longtemps pour être à nouveau déchargée et distribuée plus tard.

Architecture du Système

Les batteries sont des supports de stockage finis et fonctionnent de manière relativement simple.

Les batteries ne peuvent recevoir et fournir que des courants continus, tandis que la plupart des gros appareils électriques et des sources d'alimentation utilisent des courants alternatifs. Pour s'adapter à cela, les batteries ont besoin de dispositifs externes pour convertir les courants en fonction de l'utilisation et des besoins.

- Pour recevoir un courant alternatif, la batterie aura besoin d'un transformateur ou d'un chargeur de batterie spécialisé.
- Pour fournir un courant alternatif, la batterie aura besoin d'un onduleur externe.

Ces 2 appareils sont souvent combinés en un onduleur-chargeur qui peut être utilisé comme intermédiaire entre la batterie et le circuit fermé.

Comme chaque batterie a une capacité limitée, les alimentations par batterie nécessitent un équipement spécial pour surveiller et contrôler le flux d'électricité entrant dans une batterie, appelé contrôleur de charge. Un contrôleur de charge surveillera en permanence l'état de charge d'une batterie - en reconnaissant son degré de « remplissage » - et devrait automatiquement mettre fin à la charge une fois qu'une batterie est pleine. Les batteries sont très énergétiques et peuvent être extrêmement dangereuses si elles sont surchargées ! Une batterie surchargée peut faire des étincelles, déclencher des incendies et même exploser, en projetant éventuellement des produits chimiques dangereux. Aucune alimentation de secours par batteries ne doit être tentée sans un contrôleur de charge approprié en place.

Tout comme l'installation d'un générateur, une alimentation de secours par batteries doit également disposer de toutes les protections disponibles, y compris des disjoncteurs, des fusibles et un câble de mise à la terre.

Ainsi, un système de batteries comprend généralement :

- Une ou plusieurs batterie(s).
- Un onduleur-chargeur.
- Un contrôleur de charge.

- Un câblage et des dispositifs de protection tels que des fusibles et une mise à la terre.

Batteries

Une batterie est un dispositif de stockage capable de stocker de l'énergie chimique et de la convertir en énergie électrique par réaction électrochimique. Il existe de nombreux types de chimie différents, tels que les batteries nickel-cadmium utilisées pour alimenter les petits appareils portables ou les batteries lithium-ion (Li-on) utilisées pour les plus gros appareils portables. Le type de chimie le plus éprouvé et le plus longtemps utilisé est cependant la batterie au plomb-acide.

Types

Les batteries sont fabriquées avec plusieurs matériaux et formes qui conviennent à différents usages. Ce guide se concentrera sur les batteries les plus couramment utilisées comme alimentation de secours pour les sources de production d'énergie. Les deux principaux types peuvent être résumés comme suit :

1. Les batteries ouvertes.
2. Les batteries plomb-acide à régulation par soupape.

Batteries ouvertes :

Les batteries à électrolyte liquide sont les batteries conventionnelles les plus couramment utilisées dans les véhicules à combustion interne. Les batteries à électrolyte liquide sont désignées de plusieurs manières :

- Batterie ouverte.
- Batterie à électrolyte liquide.
- Batterie plomb-acide renversable.
- Batterie plomb-acide scellée.

Ces batteries contiennent une combinaison d'un électrolyte liquide qui peut se déplacement librement dans le compartiment des cellules. Les utilisateurs ont accès aux cellules individuelles et peuvent ajouter de l'eau distillée (ou de l'acide) au fur et à mesure que la batterie se dessèche. La principale caractéristique de ce type de batterie est leur faible coût, ce qui les rend disponibles presque partout dans le monde et largement utilisées dans les économies à faible revenu ou en développement. La manipulation des batteries ouvertes est assez facile, et elles peuvent être chargées avec un simple chargeur non régulé. Cependant, ces batteries nécessitent une inspection et un entretien périodiques, et les climats extrêmes peuvent avoir un effet plus important sur la durée de vie des batteries en raison de la capacité de la solution d'électrolyte à l'intérieur de la batterie à s'évaporer ou à geler.

Ces batteries sont généralement fabriquées avec deux bornes et 6 capuchons permettant d'accéder à chaque compartiment ou cellule 2V, ce qui donne 12V au total. Pour ce type de batterie, la plage de tension d'absorption typique est de 14,4 à 14,9 volts et la plage de tension de flottement typique de 13,1 à 13,4 volts.

Les batteries de voitures ou de camions ne conviennent pas pour être le système permanent de stockage. Les batteries des véhicules sont conçues pour fournir un courant élevé pendant de courtes périodes, notamment pour démarrer un moteur à combustion. Il existe des batteries plomb-acide spécialement conçues récemment pour les applications de stockage.

Batteries VRLA (Plomb-Acide à Régulation par Soupape) :

La batterie Plomb-Acide à Régulation par Soupape (VRLA) peut désigner un certain nombre de marques et de modèles différents, mais tous partagent la même propriété : ils sont scellés. Les batteries VRLA sont parfois appelées batteries plomb-acide scellées ou non renversables. La nature étanche des batteries rend leur transport plus facile et moins dangereux, et elles peuvent même être transportées par avion dans certaines circonstances. Cependant, le fait qu'elles soient scellées réduit leur durée de vie, car elles ne peuvent pas être rechargées – en moyenne, leur durée de vie est de 5 ans à 20°C.

Les batteries VRLA sont généralement plus chères et nécessitent un chargeur entièrement régulé, ce qui les rend moins courantes dans le monde. Ces batteries peuvent toujours utiliser du plomb-acide comme solution chimique, mais elles peuvent utiliser des tiges filetées au lieu de chambres et de bornes.

L'homonyme de la batterie provient d'un mécanisme de régulation par soupape qui permet une évacuation sûre des gaz d'hydrogène et d'oxygène pendant la charge. Il existe également des modèles plus avancés, notamment les modèles suivants :

Batteries AGM (à Tapis de Verre Absorbé)	La construction AGM permet à l'électrolyte d'être suspendu à proximité immédiate du matériau actif de la plaque. Cela améliore à la fois l'efficacité de la décharge et de la recharge. Comme il n'y a pas de liquide à l'intérieur, ces batteries fonctionnent mieux que les batteries ouvertes dans les applications où l'entretien est difficile à effectuer, mais elles sont sensibles à la surcharge ou à la sous-charge, ce qui affecte leur durée de vie et leurs performances. Les batteries AGM sont plus fiables lorsque leur utilisation est limitée à la décharge de 50 % maximum de leur capacité. Les batteries AGM sont généralement le type de batteries choisi dans les systèmes d'alimentation hors réseau.
Batteries à Électrolyte Gélifié	Les batteries à électrolyte gélifié contiennent un acide aqueux sous forme de gel. L'électrolyte d'une batterie à électrolyte gélifié contient un additif de silice qui lui permet de se figer ou de se rigidifier. Les tensions de recharge de ce type de batterie sont inférieures à celles des autres types de batteries au plomb-acide, et les électrolytes gélifiés sont probablement les électrolytes les plus sensibles en termes de réactions indésirables à la charge de surtension. Les batteries à électrolyte gélifié sont utilisées de préférence dans des applications à cycle très profond et peuvent durer un peu plus longtemps par temps chaud. Malheureusement, une décharge profonde totale détruira la batterie de manière irréversible. Si un chargeur de batterie incorrect est utilisé sur une batterie à électrolyte gélifié, de mauvaises performances et une défaillance prématurée sont certaines. Remarque : Il est très courant pour les particuliers d'utiliser le terme « électrolyte gélifié » pour désigner des batteries scellées et sans entretien, tout comme on utiliserait un nom de marque pour désigner une catégorie entière de produits. Il convient d'être très prudent lorsque vous spécifiez un chargeur - le plus souvent, lorsque quelqu'un fait référence à une batterie à électrolyte gélifié, il s'agit en réalité d'une batterie VRLA ou AGM scellée et sans entretien. Les batteries à électrolyte gélifié ne sont pas aussi courantes que les batteries AGM et il serait difficile d'en trouver dans des contextes humanitaires.

Type de Batterie	Plage de Tension d'Absorption	Plage de Tension de Flottement
Batteries Ouvertes	14,4 à 14,9 volts	13,1 à 13,4 volts.
Batteries VRLA	14,2 à 14,5 volts	13,2 à 13,5 volts.
Batteries AGM	14,4 à 15,0 volts	13,2 à 13,8 volts.
Batteries à électrolyte gélifié	14,0 à 14,2 volts	13,1 à 13,3 volts.

Capacité

La capacité est définie comme la quantité totale d'énergie qu'une batterie peut stocker et reproduire sous forme d'électricité. La capacité d'une batterie est généralement décrite en multiples et en ordres de grandeur de wattheures (Wh) - 1 Wh pour un 1 kWh (1 000 wattheures). Un wattheure est défini comme l'énergie électrique nécessaire pour fournir un watt d'électricité pendant une heure continue. Par exemple, une ampoule à incandescence standard de 60 W nécessiterait 60 Wh d'énergie stockée pour fonctionner pendant une heure. Il est facile de comprendre pourquoi il est important d'estimer correctement les besoins de consommation pour concevoir des systèmes de batterie de secours, en particulier pour les éléments liés à la sécurité ou aux missions critiques.

La spécification la plus importante d'une batterie est probablement sa capacité, exprimée en ampères-heures (Ah). La détermination du Wh se fait en combinant les Ah avec la tension de la batterie - souvent 12 volts.

Énergie (Wh) = tension (V) × capacité (Ah)

La capacité d'une batterie dépend de :

- **La durée de décharge** : Habituellement, le fabricant indique la capacité à 20 heures, notée C 20. Pour une batterie C 20 , la même batterie sera capable de fournir plus d'énergie en 20 heures qu'en 10.
- **La température**: La capacité peut augmenter ou diminuer avec la température extérieure. La capacité est évaluée à 20°C.

Il convient également de garder à l'esprit que le fait de faire fonctionner une batterie à pleine capacité risque de l'endommager si cela est répété. Pour augmenter la durée de vie d'une

batterie, il doit toujours rester un peu d'énergie avant de la recharger. C'est pour cette raison qu'on n'utilise généralement que 50 % de sa capacité. Par conséquent, l'énergie qu'une batterie peut réellement fournir est mieux mesurée en considérant la moitié de sa capacité totale.

$$\text{Énergie} = 0{,}5 \times \text{tension} \times \text{capacité}$$

Une batterie de 100Ah contient 1200Wh :

100 × 12 = 1,200Wh

Exemple : Pour augmenter sa durée de vie, on ne peut utiliser que 600Wh. Combien de temps durerait une ampoule de 40 W en utilisation continue ? :

600Wh / 40W =15 heures

Une ampoule de 40 W pourrait fonctionner pendant **15 heures** avant que la batterie n'ait besoin d'être rechargée.

En règle générale, plus la batterie est grande et plus la capacité est élevée, plus le rendement augmente et plus le prix du wattheure diminue. Il est recommandé d'utiliser le type de batterie ayant la plus grande capacité disponible, puis de travailler à partir de multiples de ce type de batterie pour atteindre les besoins globaux de stockage d'énergie. Le fait d'ajouter continuellement des batteries plus petites et de capacité inférieure entraînera des coûts plus élevés et plus de problèmes par la suite.

Durée de Vie Flottante

La durée de vie flottante est la durée de vie attendue d'une batterie si elle est chargée en permanence et n'est jamais déchargée. Lorsqu'une batterie est installée dans un système électrique qui reçoit une charge constante, on parle de « charge flottante ». Si l'alimentation électrique est coupée et que les batteries à charge flottante sont activées, la « durée de vie flottante » indique combien de temps ces batteries peuvent durer. La durée de vie flottante diminue avec la température et la durée de vie flottante du fabricant est généralement évaluée à 20 °C. En règle générale, la durée de vie flottante sera réduite de moitié pour chaque augmentation de température moyenne de 10 °C.

Une batterie avec une durée de vie flottante nominale de 10 ans à 20°C. Combien de temps durera-t-elle si la température moyenne est de 30°C ?

Exemple : 10 / 2 = 5 ans

Elle durera **5 ans** si la température moyenne du local des batteries est de 30°C et seulement **2,5 ans** si la température moyenne du local des batteries atteint 40°C.

Durée de Vie en Cycles

En plus de la durée de vie flottante, la « durée de vie en cycles » est le nombre de cycles que la batterie peut supporter pendant sa durée de vie. Un cycle de batterie est défini comme une batterie complètement chargée puis complètement déchargée, constituant un « cycle » complet. Il est courant d'avoir ces informations dans les spécifications techniques, et il est recommandé d'acheter des batteries avec une durée de vie supérieure à 400 cycles.

La durée de vie en cycles dépend de la profondeur de décharge. Une profondeur de décharge de 50 % est un bon compromis entre un surinvestissement et une dégradation plus rapide.

Autres Spécifications

Les autres caractéristiques d'une batterie sont les suivantes :

- **Le taux d'auto-décharge :** Le taux d'auto-décharge est défini comme la vitesse à laquelle une batterie va dissiper l'électricité si elle est stockée pleine mais non utilisée. Cette caractéristique n'est utile que si les batteries sont destinées à être stockées pendant une longue période. Le taux d'auto-décharge d'une batterie plomb-acide est généralement inférieur à 5 % par mois.
- **Le point de congélation :**Une batterie sera détruite si sa solution d'électrolyte gèle. La température de congélation dépend de sa construction, de sa composition et de son taux de charge, et une batterie déchargée gèle plus facilement. Cependant, le point de congélation d'une batterie est presque toujours inférieur à celui de l'eau.

Nombre de Batteries Nécessaires

Le type de batterie requis pour une installation dépendra des besoins en énergie, du budget, du pays d'exploitation et des conditions dans lesquelles le système doit fonctionner.

Une fois le modèle de batterie identifié, il faut calculer le nombre de batteries nécessaires. Cela peut être fait avec la formule suivante, en arrondissant toujours le nombre à l'entier supérieur.

Nombre de batteries = (consommation d'énergie) (profondeur de cycle maximale × tension de la b

Une analyse du système indique un besoin de 12 880 Wh. Les batteries disponibles sont de 220Ah/12V, et nécessitent une profondeur de décharge maximale de 50%. Combien de batteries sont nécessaires ?

Exemple :

12880 / (50% × 12 × 220) = 9,76

10 batteries sont nécessaires.

Il convient de noter que toutes les batteries utilisées dans un système de batteries doivent être exactement les mêmes :

- **Même capacité :** si 500Ah sont nécessaires, il n'est pas possible d'utiliser 2 x 200Ah + 1 x 100Ah. Le système nécessiterait 5 x 100Ah ou (de préférence) 3 x 200Ah.
- **Marque et Modèle :**Dans la mesure du possible, les batteries doivent être de la même marque et du même modèle.
- **Âge :**Dans la mesure du possible, toutes les batteries doivent avoir le même « historique ». Il est fortement recommandé de ne pas mélanger des anciennes batteries et des nouvelles batteries, même si elles sont du même modèle.

Onduleur-Chargeur

S'il est important de choisir des batteries dont la capacité de stockage et la conception sont correctes, les onduleurs-chargeurs peuvent augmenter l'efficacité du système. De même, un onduleur-chargeur peut endommager un système s'il est mal installé, s'il est défectueux ou mal conçu. Le but d'un onduleur-chargeur est de transformer du courant alternatif en courant continu pour charger les batteries, et du courant continu en courant alternatif pour les décharger. Cependant, les onduleurs-chargeurs peuvent faire bien plus : ils peuvent fonctionner comme le « cerveau » de l'installation électrique, coordonnant les flux d'énergie entre la source principale (générateur ou réseau), les batteries et l'utilisateur final. Un onduleur-chargeur approprié peut fournir une qualité de service bien supérieure à celle de tout autre système de secours, notamment :

- La puissance disponible de l'onduleur peut atteindre jusqu'à 4 fois la puissance maximale de l'alimentation électrique principale.
- Augmentation de la durée de vie du générateur.
- Tension et fréquence régulées.
- Alimentation électrique ininterrompue.

Les onduleurs-chargeurs doivent être achetés avec :

- Des contrôleurs de batterie.
- Des capteurs de température.

Connexions des Câbles de Batterie

Les câbles qui relient les batteries entre elles jouent un rôle important dans les performances du système de batteries. Le choix de la taille (diamètre) et de la longueur correctes du câble est

important pour l'efficacité globale du système. Des câbles trop petits ou inutilement longs entraîneront une perte de puissance et une résistance accrue. Lors de la connexion des batteries, les câbles entre chaque batterie doivent être de longueur égale pour assurer la même résistance de câble, ce qui permet à toutes les batteries du système de fonctionner de manière égale.

Une attention particulière doit également être accordée à l'endroit où les principaux câbles du système sont connectés au banc de batteries. Trop souvent, les câbles du système qui alimentent les charges sont connectés à la première batterie ou à la batterie « la plus facile » à atteindre, ce qui entraîne de mauvaises performances et une réduction de la durée de vie. Ces principaux câbles du système qui alimentent la distribution de courant continu (charges) doivent être connectés à l'ensemble du banc de batteries. Cela garantit que l'ensemble du banc de batteries est chargé et déchargé de manière égale, ce qui permet d'obtenir des performances optimales. Les principaux câbles du système et les câbles reliant les batteries entre elles doivent être de taille (diamètre) suffisante pour gérer le courant total du système. En présence d'un chargeur de batterie ou d'un onduleur de grande taille, il est important de s'assurer que les câbles sont capables de supporter les courants potentiellement importants qui sont générés ou consommés par l'équipement connecté, ainsi que toutes les autres charges.

Installation d'un Système de Batteries

Local de Batteries

Un local de batteries a le même objectif qu'une salle de générateurs :

- Isoler le système de batteries pour diminuer le risque d'accident - comme une fuite d'acide ou des émissions de gaz nocifs - et empêcher tout accès non autorisé.
- Assurer de bonnes conditions de fonctionnement : un local de batteries doit protéger l'électronique contre l'eau et la poussière, et être bien ventilé.

Les batteries utilisées pour l'alimentation de secours et la distribution d'énergie doivent être placées dans un endroit spécifique et leur emplacement doit être bien planifié. Il est pratique d'avoir le local de batteries à proximité de l'alimentation principale ou du tableau de distribution, mais les batteries ne doivent pas être installées dans la même pièce que le générateur. Les températures élevées ou fluctuantes affectent considérablement la durée de vie et les performances des batteries, et il est recommandé d'avoir un local de batteries séparé et bien ventilé, avec une température aussi proche que possible de 20 °C. Une cave ou une pièce souterraine sèche et ventilée est un emplacement idéal, à condition que le lieu de stockage souterrain ne soit pas inondé ou ne s'effondre pas.

En aucun cas, les lieux de stockage des batteries ne doivent être situés dans des espaces de vie ou de travail. Une batterie complètement chargée est très énergétique et peut faire des étincelles, dégager des fumées, brûler ou même exploser. Un chargeur défectueux ou une batterie surchargée peut présenter des signes de détresse, notamment des gonflements ou de la fumée. Cependant, une batterie surchargée peut également ne présenter aucun signe et ne fournir aucun avertissement. Une batterie rompue peut propulser des éclats d'obus et projeter des produits chimiques très toxiques, tandis que les fumées peuvent être extrêmement nocives, voire mortelles, si elles sont respirées. Si une batterie montre des signes de déformation, de détresse ou de surchauffe, il convient d'arrêter l'ensemble du système et de débrancher la batterie lorsque cela ne présente aucun danger. Il convient de ne pas essayer de réutiliser des batteries endommagées - elles doivent être éliminées en toute sécurité et conformément aux lois et réglementations locales.

Dimensionnement de l'Installation

Pour dimensionner un système de batteries, les éléments suivants devront être déterminés :

- La puissance maximale que l'onduleur doit pouvoir fournir à l'installation.
- La quantité d'énergie qui doit être stockée dans la batterie pour couvrir vos besoins.
- Dans certains cas, la puissance que le chargeur peut fournir aux batteries.

Veuillez vous référer à la section sur[la gestion de l'énergie](#) pour savoir comment calculer la puissance et l'énergie que le système doit fournir.

Pour calculer manuellement la puissance maximale de l'installation, il faut procéder à ce qui suit :

1. Lister tous les appareils électriques alimentés par l'installation.
2. Trouver la puissance maximale de chaque appareil électrique. Pour les appareils comportant un moteur électrique, la puissance maximale est d'environ trois fois la puissance nominale. Par exemple, une pompe à eau de 300 W aura besoin d'environ 1 kW pour démarrer.
3. Additionner toutes les puissances.

Pour calculer manuellement la consommation énergétique de l'installation :

1. Lister tous les appareils électriques alimentés par l'installation et leur puissance nominale moyenne.
2. Pour chaque appareil, déterminer la durée d'utilisation. L'énergie supposée nécessaire pour chaque appareil peut être calculée par la formule suivante : puissance moyenne x durée.
3. Additionner tous les besoins en énergie ensemble.

Tenir compte des heures pendant lesquelles le système de batteries est censé fournir de l'électricité et planifier en conséquence. La configuration d'une batterie ne sera pas la même si le système ne fournit de l'électricité que la nuit ou s'il est utilisé comme système de secours 24 heures sur 24. Si cela est possible, il faut prévoir de faire fonctionner un générateur pendant les heures de forte consommation d'énergie, ce qui diminuera le nombre de batteries nécessaires et réduira le coût total du système.

La puissance du chargeur de batteries déterminera la durée de recharge. Un chargeur haute puissance qui peut recharger rapidement les batteries est utile si l'alimentation électrique principale est très coûteuse - un gros générateur à forte consommation - ou si l'électricité provenant de l'alimentation principale n'est disponible que pendant une courte durée - le réseau public n'est disponible que quelques heures par jour.

Pour pouvoir recharger les batteries en une durée fixe, la formule à utiliser est la suivante :

Puissance=Consommation d'énergie / durée de charge

Exemple :

Une installation a une consommation d'énergie estimée à 12 880 Wh, et doit atteindre une charge complète en 6 heures. Quelle doit être la puissance du chargeur ? :

12880 / 6 = 2150W

La puissance de charge doit être d'au moins **2 150W**.

La puissance du chargeur est souvent évaluée en courant (ampères) plutôt qu'en puissance (W). Pour calculer le courant de charge à partir de la puissance de charge, il suffit de diviser la puissance de charge par la tension du chargeur (généralement 12, 24 ou 48 V).

- Si un chargeur 12V est utilisé, le courant de charge doit être le suivant : 2 150/12 = 180A.
- Si un chargeur 48V est utilisé, le courant de charge doit être le suivant : 2 150/48 = 45A.

Considérations supplémentaires :

- La durée minimale de charge de la batterie est de 4 heures. Une charge plus rapide peut endommager les batteries, et certaines batteries peuvent avoir des limites supérieures à 4 heures.
- Même avec un chargeur de batterie puissant, la charge peut être plus longue en raison de la puissance limitée disponible à partir de l'alimentation électrique principale - avec un générateur de 5 kW, il est inutile d'acheter un chargeur de 10 kW.
- Pour les chargeurs dotés de paramètres avancés, l'algorithme de charge peut prolonger la durée de charge afin d'économiser la batterie. Certains chargeurs diminuent automatiquement la puissance de charge lorsque la batterie est proche de 100 %.

Connexion des Batteries

Il existe plusieurs manière de connecter plusieurs batteries pour obtenir la tension ou la capacité de batterie correcte pour une installation en courant continu particulière. Le fait de câbler plusieurs batteries ensemble comme un seul grand banc, plutôt que d'avoir des bancs individuels, les rend plus efficaces et assure une durée de vie maximale.

Connexion en Série

Le câblage des batteries en série permet d'augmenter la tension tout en conservant la même capacité en ampères-heures. Dans cette configuration, les batteries sont couplées en série pour obtenir une tension plus élevée, par exemple 24 ou même 48 volts. Le pôle positif de chaque batterie est connecté au pôle négatif de la suivante, le pôle négatif de la première batterie et le pôle positif de la dernière batterie étant connectés au système.

Par exemple, 2 batteries de 6V 150Ah câblées en série donneront 12V, mais seulement une capacité de 150Ah. 2 batteries de 12V 150Ah câblées en série donneront 24V, mais toujours seulement 150Ah.

Connexion en Parallèle

Le câblage des batteries en parallèle a pour effet de doubler la capacité tout en gardant la même tension. Le couplage en parallèle consiste à connecter les pôles positifs et les pôles négatifs de plusieurs batteries les uns aux autres. Le positif de la première batterie et le négatif de la dernière batterie sont alors connectés au système.

Par exemple, 2 batteries de 12V 150Ah câblées en parallèle ne donneront que 12V, mais augmenteront la capacité à 300Ah.

Connexion en Série/Parallèle

Une connexion en Série/Parallèle combine les méthodes ci-avant et est utilisée pour les batteries de 2V, 6V ou 12V afin d'obtenir à la fois une tension et une capacité de système plus élevées. Une connexion en parallèle est nécessaire si une capacité accrue est requise. Les batteries doivent ensuite être connectées au système en utilisant le pôle positif de la première et le pôle négatif de la dernière batterie.

Par exemple, 4 batteries de 6V 150Ah câblées en série/parallèle donneront 12V à 300Ah. 4 batteries de 12V 150Ah peuvent être câblées en série/parallèle pour vous donner 24V avec une capacité de 300Ah.

Systèmes Solaires

La lumière du soleil et l'effet photovoltaïque

L'effet photovoltaïque consiste à utiliser la lumière du soleil pour produire de l'électricité en courant continu de manière silencieuse, propre et autonome. Les équipements nécessaires pour produire cette électricité sont communément appelés « panneaux solaires ». Ils sont modulaires et nécessitent un minimum d'entretien. Associés à leur longue durée de vie, les systèmes solaires gagnent en popularité dans les zones reculées ou lorsqu'une installation est censée durer.

Les panneaux solaires sont des dispositifs capables de transformer le rayonnement lumineux en électricité grâce à un processus consistant à piéger les photons et à les utiliser pour stimuler les semi-conducteurs de type P et N afin de déplacer les électrons libres. Les panneaux photovoltaïques modernes peuvent généralement convertir directement environ 15 à 20 % de l'énergie en électricité. Il existe des panneaux plus efficaces, mais ils sont très coûteux, faciles à endommager et ne sont généralement pas accessibles dans les endroits où les organisations humanitaires pourraient travailler.

La lumière pénètre dans le dispositif à travers un revêtement antireflet qui minimise la perte de lumière par réflexion. Le dispositif piège ensuite efficacement la lumière qui frappe la cellule solaire en favorisant sa transmission aux trois couches de conversion d'énergie situées en dessous.

- Couche de silicium de type N ; Fournit des électrons supplémentaires (négatifs).
- Couche de jonction P-N. La couche d'absorption, qui constitue le cœur du dispositif en orientant les électrons dans une direction.
- Couche de silicium de type P ; Crée une vacance d'électrons (positifs).

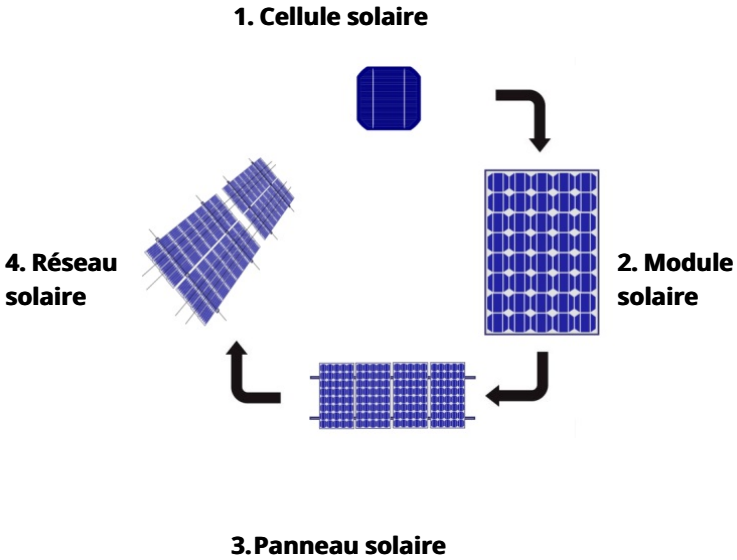
Deux couches de contact électrique supplémentaires sont nécessaires pour acheminer le courant électrique vers une charge externe et le ramener dans la cellule, complétant ainsi un circuit électrique.

La plupart des cellules solaires ont une superficie de quelques centimètres carrés et sont protégées de l'environnement par une fine couche de verre ou de plastique transparent. Comme une cellule solaire typique de 10 cm × 10 cm (4 pouces × 4 pouces) ne génère qu'environ deux watts d'énergie électrique, les cellules sont généralement combinées en série pour augmenter la tension ou en parallèle pour augmenter le courant. Un module solaire ou photovoltaïque (PV) se compose généralement de 36 cellules interconnectées ou plus, laminées sur du verre dans un cadre en aluminium.

Un ou plusieurs de ces modules photovoltaïques peu(ven)t être câblé(s) et encadré(s) ensemble pour former un panneau solaire, et plusieurs panneaux peuvent être combinés pour former un réseau solaire, fournissant ensemble de l'énergie comme une seule unité.

Un système photovoltaïque complet comprendrait...

- Un compteur d'électricité
- Un isolateur de courant alternatif
- Une boîte à fusibles
- Un onduleur
- Une batterie
- Un contrôleur de charge
- Du câblage



Dégradation des cellules solaires

Toutes les cellules solaires - et par extension les panneaux solaires - se dégradent avec le temps. Alors que les systèmes solaires tirent leur énergie du soleil, le soleil dégrade également lentement les composants des cellules solaires. La plupart des panneaux solaires disponibles dans le commerce se dégradent à un taux moyen de 2 % par année d'utilisation. La durée d'utilisation d'une installation doit être prise en compte à des fins de planification et de budgétisation. Par exemple, pour un réseau solaire installé en plein soleil, qui se dégrade à 2% par an, cela signifie qu'après 10 ans, les panneaux ne seront plus efficaces qu'à 80% environ comme au moment de leur installation. Moins d'efficacité signifie moins de puissance de sortie en Watts du tableau, ce qui signifie des périodes de temps plus longues pour charger les batteries et des temps de charge moins optimaux tout au long de la journée. Les organisations humanitaires qui prévoient d'utiliser des tableaux solaires pendant plus de 10 ans sur un même site peuvent envisager de budgétiser le remplacement des panneaux après 12 à 15 ans si la production globale ne répond plus aux besoins du site.

Architecture du Système

Un système photovoltaïque complet peut être composé d'un ou de plusieurs module(s) solaire(s), en fonction de la puissance nécessaire. Alors que les batteries peuvent être utilisées comme un système de secours pour toute alimentation électrique principale, les systèmes solaires ont besoin d'un système de batteries pour stocker l'énergie produite. Par conséquent, un système solaire comprend toujours une forme de système de batteries, petit ou grand. Ces batteries sont spécialement conçues pour fournir un courant limité sur une longue période.

Un système d'alimentation peut s'adapter à différentes charges électriques en régulant la tension et/ou le courant provenant des panneaux solaires et allant à la batterie pour éviter toute surcharge. La plupart des panneaux « 12 volts » peuvent fournir environ 16 à 20 volts dans des conditions optimales, donc s'il n'y a pas de régulation, les batteries peuvent être et seront endommagées par une surcharge. La plupart des batteries ont besoin d'environ 14 à 14,5 volts pour être complètement chargées. Comme tout autre système électrique, une évaluation et un câblage appropriés sont nécessaires.

Un système solaire est généralement composé des éléments suivants :

- Un module photovoltaïque, un panneau ou un réseau solaire, y compris ses multiples types de supports.
- Un système de batteries.
- Un régulateur solaire.
- Du câblage et des protections.

Les systèmes solaires peuvent répondre à presque tous les besoins spécifiques car ils sont modulaires par nature. Il est ainsi possible de connecter des modules photovoltaïques directement à de nombreux appareils, tels que des pompes submersibles ou des unités de congélation autonomes, ou encore de constituer des réseaux solaires complets capables de produire de l'énergie pour des bureaux ou des complexes entiers.

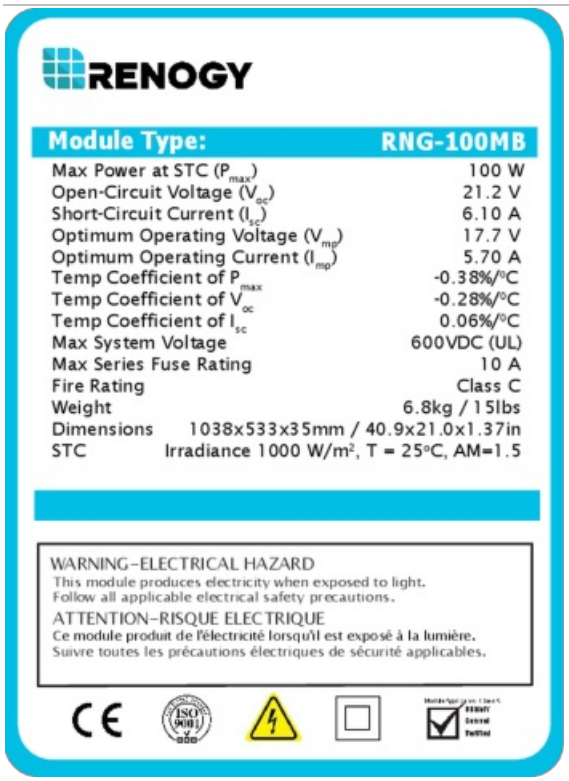
Modules Solaires

Les modules solaires sont évalués en Watt-crête, représentés par la puissance de crête nominale (P max), obtenue en multipliant la tension de puissance de crête (Vmp) par son courant de puissance de crête (Imp) :

Pmax = Vmp × Imp

Un panneau solaire de 100Wc produit 100W dans des conditions de test standards (STC). Les conditions de test standards n'existent que dans les laboratoires, appliquant aux panneaux un rayonnement solaire de 1 000 W/m2 avec une température de cellule de 25 °C. Dans une installation réelle, la production réelle d'électricité est généralement bien inférieure à la puissance de crête, mais les mesures restent utiles comme référence qualitative pour comparer les tailles et les capacités, car chaque panneau est évalué dans les mêmes conditions.

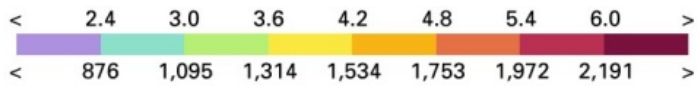
Exemple Étiquette fournie avec le panneau solaire



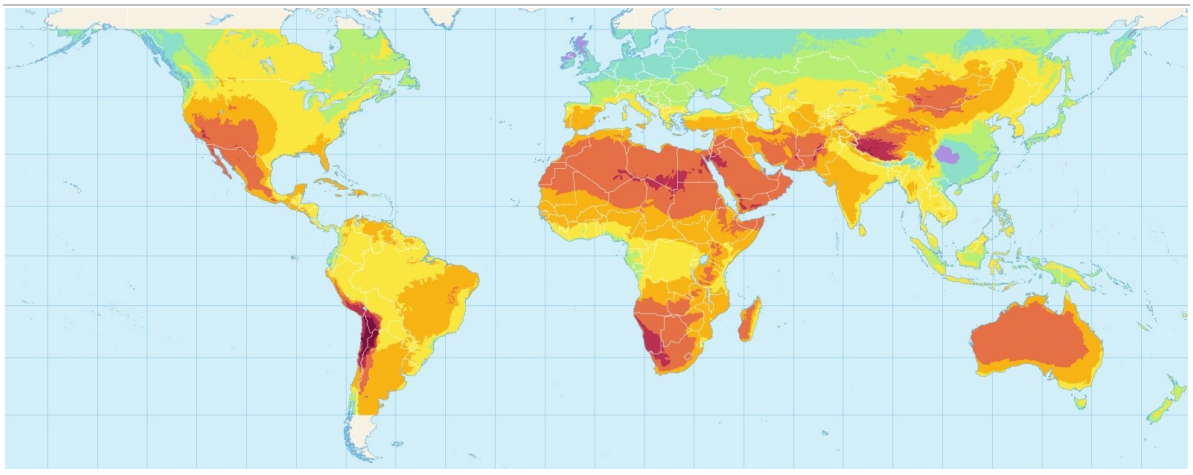
La quantité d'énergie électrique produite au cours d'une journée par un module solaire dépend principalement des facteurs suivants :

L'irradiance quotidienne : La quantité d'énergie fournie par le soleil en une journée est le paramètre le plus important. Les régions proches de l'équateur ont la meilleure irradiance moyenne, mais cette règle générale peut varier considérablement d'un endroit à l'autre et d'une saison à l'autre. La performance moyenne d'un système photovoltaïque exprimée en KwH/m 2 /jour peut être référencée dans le tableau ci-après.

Somme quotidienne moyenne à long terme



Somme annuelle moyenne à long terme



Ombre, brume et temps nuageux : tout obstacle bloquant la lumière du soleil diminuera la production d'énergie du module. En outre, si un panneau solaire est partiellement ombragé, la production d'électricité peut s'arrêter car les cellules ombragées consommeront l'énergie produite par le reste du panneau. Dans certains cas, un phénomène appelé « chauffage par points chauds » se produit lorsque les parties ombragées d'un même panneau chauffent rapidement en consommant de l'électricité d'une partie non ombragée, et peut rapidement détruire le panneau. Ce phénomène peut être évité en utilisant des diodes de dérivation qui sont généralement incluses dans les modules photovoltaïques, mais il est fortement recommandé de vérifier cette caractéristique.

Orientation du panneau : un panneau mal orienté - par exemple, orienté vers le nord dans l'hémisphère nord - produira beaucoup moins d'énergie que la capacité nominale du panneau, voire pas d'énergie du tout.

Température : Une température supérieure à 25 oC peut également diminuer la quantité d'énergie produite par un panneau solaire.

Heures de lumière du jour : Les panneaux solaires produisent plus d'électricité lorsque les rayons verticaux du soleil sont plus rapprochés, fournissant plus d'énergie par cm carré. Par conséquent, les panneaux solaires produiront moins d'électricité lorsque le soleil est près de l'horizon que lorsqu'il est directement au-dessus d'eux. En termes pratiques, un panneau solaire près de l'équateur qui est à l'extérieur pendant une journée de 12 heures ne produira que l'équivalent de 6 heures d'électricité de pointe, et ce uniquement dans des conditions optimales. Les changements de saison ou le mauvais temps feront chuter encore plus cette production.

En raison des facteurs susmentionnés, la production réelle d'électricité à partir d'un système solaire peut être difficile à évaluer. Une méthode simple consiste à dimensionner l'installation de manière à ce qu'elle produise 30 % des besoins en énergie quotidiens pendant le mois le plus défavorable.

Montage des Panneaux et Réseaux

Les modules photovoltaïques combinés pour créer des panneaux solaires et des panneaux solaires combinés montés ensemble pour créer des réseaux solaires sont possibles en utilisant des boîtes de jonction standards - de type MC3/MC4 - qui sont étanches et faciles à connecter. Comme les batteries, les réseaux de panneaux ne doivent utiliser que des modules solaires ayant les mêmes caractéristiques, le même modèle et, dans la mesure du possible, le même historique.

Supports

Les pisteurs solaires - des dispositifs qui orientent les panneaux vers le soleil - sont complexes, coûteux et non recommandés en dehors des utilisations industrielles et/ou des hautes latitudes où le soleil se déplace considérablement. Certains supports sont conçus pour permettre un ajustement saisonnier, donnant la possibilité de passer manuellement d'une position à l'autre au cours de l'année, ce qui devrait être plus que suffisant pour la plupart des installations.

Il existe essentiellement deux types de supports solaires : Les supports au sol et les supports sur le toit. Les panneaux solaires montés au sol sont plus faciles à installer et à entretenir que les systèmes montés sur le toit. Les systèmes montés sur le toit sont difficiles ou impossibles à ajuster et peuvent causer des dommages structurels en raison du poids et de la pression du vent. Cependant, les montages au sol ont leurs propres problèmes : ils occupent un espace utilisable, sont plus sujets à l'ombre et courent le risque d'être endommagés accidentellement par des voitures et des personnes. Les décisions de montage doivent être prises en fonction de l'emplacement et de l'infrastructure disponible.

Systèmes de Batteries

Les batteries solaires sont essentielles pour assurer le fonctionnement des systèmes solaires. Sans stockage par batterie, l'électricité ne sera disponible que pendant que les panneaux solaires la produisent. Comme les panneaux ne produisent de l'énergie que pendant la journée alors que la consommation peut se faire à tout moment, une banque d'alimentation stable est essentielle pour stocker cette énergie. Veuillez vous référer à la section sur les batteries pour plus d'informations.

Régulateur Solaire

Les contrôleurs de charge, communément appelés régulateurs solaires, sont des unités électroniques conçues pour contrôler le flux de courant - à la fois le courant chargeant les batteries à partir des panneaux et le courant provenant des batteries vers les bureaux/complexes.

Les régulateurs solaires contrôlent la charge et la décharge des batteries en déconnectant les panneaux lorsque les batteries sont complètement chargées et en coupant l'alimentation de la charge lorsque la batterie est trop faible. Une autre fonction importante des régulateurs solaires est d'optimiser la production d'énergie des panneaux en convertissant la tension de sortie plus élevée provenant des panneaux en une tension d'entrée plus faible nécessaire pour les batteries. Le régulateur fonctionne comme une plaque tournante de l'installation, et l'obtention d'une puissance maximale dépend de son bon fonctionnement.

Il existe deux types de régulateurs solaires.

Le MPPT (Suivi du Point de Puissance Maximum) :

	Le MPPT détecte la tension et le courant de sortie du panneau solaire en temps réel et suit en permanence la puissance maximale (P=U*I), en régulant la tension de sortie en conséquence afin que le système puisse toujours charger la batterie avec la puissance maximale. Ce type de suivi de la puissance permet une meilleure production d'énergie en cas de couverture nuageuse et de températures variables.Bien que plus coûteux au départ, le Contrôleur de Charge MPPT donnera plus de puissance (et réduira potentiellement la taille du module photovoltaïque) et prolongera la durée de vie des batteries qui y sont connectées. Certains contrôleurs permettent même la connexion à des appareils intelligents pour le contrôle et la surveillance à distance.
Méthode de Charge	MPPT à plusieurs étages
Transformation de l'énergie solaire en électricité	99%
Taux d'ampérage	30A -100A
Gamme de Produits	**>**2KW Système de grande puissance
Prix Moyen	120$
Avantages	• L'algorithme de suivi du point de puissance maximum augmente le taux de conversion de puissance jusqu'à 99 %. • La charge en 4 étapes est meilleure pour les batteries. • Ils sont évolutifs pour les grands systèmes d'alimentation hors réseau. • Ils sont disponibles pour les systèmes solaires jusqu'à 100 ampères. • Ils sont disponibles pour une entrée solaire jusqu'à 200V. • Ils offrent de la flexibilité lorsque la croissance du système est nécessaire. • Ils sont équipés de plusieurs dispositifs de protection.
Inconvénients	• Leur coût est élevé, généralement le double d'un PWM. • Leur taille est plus importante que celle d'un régulateur PWM.

Le PWM (Modulateur de Largeur d'Impulsion) :

	Les contrôleurs de charge PWM peuvent être considérés comme un interrupteur électrique entre le panneau solaire et l'ensemble de batteries, programmé pour ne laisser passer qu'un courant prédéterminé dans les batteries. Le contrôleur réduit lentement la quantité d'énergie entrant dans les batteries à mesure que celles-ci approchent de leur capacité maximale. Les Contrôleurs de Charge PWM ne règlent pas la tension, ce qui signifie que les batteries et les panneaux doivent avoir des tensions compatibles pour fonctionner correctement. Ce type de contrôleur de charge est donc adapté aux applications solaires de petite taille ou aux installations comportant des panneaux à faible tension et des bancs de batteries de taille limitée. Les PWM sont une option plus abordable, mais ils produisent moins de puissance à partir des panneaux photovoltaïques.
Méthode de Charge	3 étapes PWM
Transformation de l'énergie solaire en électricité	75%-80%
Taux d'ampérage	20A-60A
Gamme de Produits	<2KW Petit système solaire
Prix Moyen	65$
Avantages	• Les Régulateurs PWM ont une histoire plus longue et éprouvée. • Les Régulateurs PWM ont une structure plus simple et sont plus rentables. • Ils sont faciles à déployer.
Inconvénients	• Ils ont un faible taux de conversion. • La tension d'entrée doit correspondre à la tension du banc de batteries. • Ils ont moins d'évolutivité pour la croissance du système. • Ils ont une sortie inférieure. • Ils offrent moins de protection.

Installation du Panneau

L'emplacement de stockage des batteries connectées au réseau solaire doit être identifié avant de dimensionner et d'acheter tout équipement. Non seulement l'espace doit être suffisamment grand pour monter les panneaux requis, mais la distance et la longueur du câble à partir de l'emplacement de stockage des batteries auront un impact sur les besoins en énergie calculés. Veuillez vous référer à la section sur l'installation des batteries.

Un bon emplacement pour installer un réseau solaire doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Être à l'intérieur d'un complexe et non visible de l'extérieur. Les panneaux solaires montés

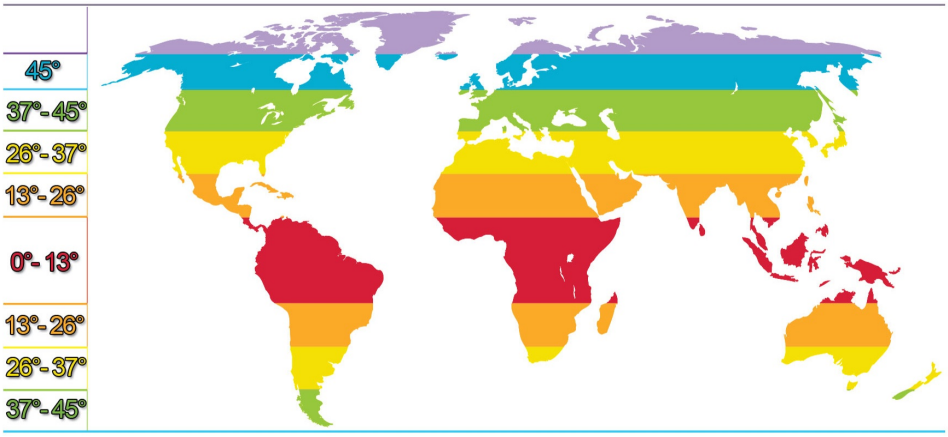
au sol doivent idéalement être protégés par un mur ou une clôture, il est donc important de disposer d'un espace au sol suffisant.
- Il convient d'être aussi près que possible du système de batteries.
- Il convient de s'éloigner de l'ombre, comme les arbres ou les bâtiments.

Parfois, il est difficile d'éviter complètement les zones d'ombre. La priorité doit être d'éviter l'ombre pendant les heures les plus ensoleillées de la journée (généralement de 10h00 à 16h00). Il convient de ne pas oublier que la position et la taille des ombres changent avec les saisons.

Position du Panneau Solaire

Pour optimiser la production d'énergie, les panneaux solaires doivent être soigneusement orientés pour profiter pleinement de l'exposition au soleil. Le pointage du panneau solaire comprend les éléments suivants :

- **Orientation** - L'orientation est l'angle du panneau solaire par rapport à l'axe nord-sud. Les panneaux solaires doivent faire face au sud dans l'hémisphère nord et au nord dans l'hémisphère sud.
- **Inclinaison** - L'inclinaison est l'angle du panneau solaire par rapport au plan horizontal. L'inclinaison est plus difficile à optimiser. La latitude peut être utilisée comme une approximation de l'angle d'inclinaison optimal, tel qu'indiqué dans le guide ci-après pour les panneaux à angles fixes. Cependant, même sur l'équateur, les panneaux doivent avoir un angle d'inclinaison minimum de 5 à 10° pour éviter l'accumulation d'eau et de poussière sur le panneau.



Connexion

La sortie des panneaux solaires est connectée au régulateur solaire, tandis que la sortie du régulateur solaire est connectée aux batteries. Le cadre de montage du panneau solaire est relié à la terre, et une connexion de mise à la terre/mise à la masse est fortement recommandée pour le régulateur et le protecteur de surtension.

Selon la puissance ou l'énergie requise, les panneaux peuvent suivre trois schémas différents qui donneront des résultats différents en termes de puissance et de courant. Les modules connectés en série, en parallèle ou une combinaison des deux donneront des sorties de puissance et d'énergie différentes.

Dimensionnement de l'Installation

Modules Photovoltaïques

Voici une méthode simple pour dimensionner les installations afin qu'elles produisent 30 % des besoins en énergie quotidiens pendant les pires mois de l'année :

Pour couvrir 30% des besoins en énergie d'une installation, combien de panneaux solaires seront nécessaires pour :

- Un besoin énergétique prévu de 12 880 Wh
- Une production moyenne journalière annuelle de 4,32 kWh par 1 kWp
- Pendant le mois le plus défavorable, la production journalière moyenne est de 2,62 kWh pour 1 kWc.

La production totale d'énergie réelle nécessaire par jour est de :

12,88 × 0,3 = 3,87kWh

Exemple : Pour une production journalière moyenne de 2,62kWh pour 1kWc de module, le besoin journalier total est de :

3,87 / 2,62 = 1,48 kWp

Le nombre réel de panneaux solaires requis dépendra de la puissance de crête de chaque panneau individuel. La configuration peut être la suivante :

12 panneaux de 130Wp (1,56kWp)	ou	**9 panneaux de 180Wp** (1,62kWc)	ou	**6 panneaux de 260Wp** (1,56kWc)

Comme la production quotidienne moyenne annuelle est de 4,32 kWh pour 1 kWp, une installation de 1,48 kWc produira 4,32 x 1,48 = 6,39 kWh par jour en moyenne annuelle, ce qui s'ajoute à l'augmentation globale des économies d'énergie.

Régulateur

Le régulateur solaire doit être dimensionné en fonction du nombre et du type de modules solaires utilisés. La taille du régulateur comprend les éléments suivants :

- La tension doit être la plus élevée possible en fonction du nombre de modules solaires dans les systèmes.
- Le courant maximum doit être égal au courant de court-circuit (ISC) de votre panneau solaire. Le courant de court-circuit pour un panneau individuel figure sur l'étiquette d'identification du panneau ou dans le manuel du fabricant. Pour calculer le courant de

court-circuit d'un réseau entier, il convient de combiner les courants de court-circuit de tous les panneaux connectés en parallèle.

Batteries

Des informations sur le dimensionnement des batteries figurent dans la section sur l' installation d'un système de batteries.

Câbles et Protection

Vous trouverez des informations sur les longueurs de câbles et les calibres de fils dans le chapitre sur les installations électriques.

Sûreté et Sécurité

Les panneaux photovoltaïques produisent de l'électricité comme un générateur ordinaire. Bien que la méthode de production puisse être différente et, selon la taille du réseau, la puissance globale inférieure à celle d'un générateur, les panneaux solaires peuvent toujours produire des quantités nocives d'électricité.

Manutention

Chaque fois que des personnes doivent manipuler des panneaux solaires photovoltaïques, elles doivent porter les équipements et vêtements de protection adéquats à tout moment.

Plus important encore - les panneaux solaires photovoltaïques produisent un courant électrique, même lorsqu'ils ne sont connectés à aucun autre appareil ! Tant qu'un panneau est partiellement exposé à la lumière, il produira une certaine forme de courant et peut toujours présenter un risque. Un panneau produisant de l'électricité ne fera pas de bruit, ne vibrera pas et peut même ne pas être chaud au toucher. Habituellement, les panneaux solaires photovoltaïques n'ont aucune forme d'indicateur qu'ils produisent de l'électricité du tout. Pour cette raison, les panneaux solaires photovoltaïques ont tendance à sembler sûrs au toucher, même s'ils ne le sont pas.

Lors de l'installation, du retrait ou simplement du réglage des panneaux solaires, ils doivent être complètement recouverts. Si possible, le travail peut également être effectué la nuit. Lors du transport ou de la manutention de panneaux solaires, les manutentionnaires doivent noter toutes les sorties de connecteurs électriques sur le côté, en évitant tout contact accidentel avec eux. Il convient d'examiner tous les fils provenant d'un panneau solaire de la même manière qu'un fil sous tension provenant d'un réseau électrique ou d'un générateur sous tension.

Sécurité

Les panneaux solaires photovoltaïques doivent toujours être dans un endroit sûr, tout comme les générateurs et les batteries. L'orientation des bâtiments et la végétation peut rendre cette tâche difficile, mais les planificateurs devraient envisager le contrôle d'accès.

- Si possible, il convient d'installer des panneaux sur les toits des bâtiments et dans les zones où les personnes ne se rendent pas fréquemment - il convient d'éviter les terrasses sur les toits ou les aires de repos.
- Il convient d'installer des panneaux solaires à l'intérieur des espaces clos, à l'intérieur de la sécurité d'un mur d'enceinte dans la mesure du possible. Même si les réseaux sont à l'intérieur d'un mur d'enceinte, il devrait y avoir une certaine forme de signalisation et une clôture pour empêcher les visiteurs ou la main-d'œuvre temporaire d'accéder à la zone.

- Si les réseaux solaires sont installés à l'air libre ou dans des endroits éloignés, il conviendra de construire une clôture ou un mur de sécurité séparé(e) autour de l'enceinte extérieure. L'équipement est cher, mais il peut aussi nuire aux humains et aux animaux de passage. Les personnes qui ne connaissent pas les panneaux solaires peuvent être attirées par curiosité, la signalisation doit donc être affichée dans la langue locale appropriée.

Calculateur de consommation d'énergie

Energy Demand

General Data

Country	-- select --	
Temperature		°C
Altitude		m
Solar daily irradiance		kWh/m²/day

Calculation Settings

Local rated voltage	n/a Vca
Local frequency	n/a Hz
There is any 3-phase Consumer in the installation?	☐
The installation provides power to a hospital (very sensitive structure)?	☐

Appliance/Device	Quantity	P (W)	S Max (VA)	S Avg (VA)	Working Hours					E
					Morning	Midday	Afternoon	Evening	Night	

Add row | Remove last | Reset

- General
- Generator
- Battery
- Solar

Estimation of Needs

Energy Consumption per Day

Total	n/a W a day
Low consumption devices (Class 1)	n/a W a day
High consumption devices (Class 2)	n/a W a day
Usefull energy / day	n/a Wh

Energy Consumption per Day

Usefull energy / night	n/a Wh

Power Needed

Total	n/a VA
Low consumption devices (Class 1)	n/a VA
High consumption devices (Class 2)	n/a VA
Average power necessary	n/a VA

Generator

Additional Information

Voltage specification (single-P / 3-P)	Automatic selection
Cable length between:	
the generator and switchgear	10 m
the grid and switchgear	10 m
the switchgear and the main electrical dashboard	10 m
Wire Gauge recommendation:	
between generator and switchgear	n/a mm²
between grid and switchgear	n/a mm²
between switchgear to dashboard	n/a mm²

Size Recommendations

Size recommended (PRP)	n/a KVA
Power (ESP)	n/a VA
Voltage type	n/a
Rated voltage	n/a V
Rated frequency	n/a Hz
Output circuit-breaker size	n/a A
Estimated fuel consumption	n/a l/h
Estimated oil consumption	n/a l/h
(1 oil change every 250h)	n/a l/250h

Battery System

Additional Information

Unit voltage	12	V
Unit capacity	1000	Ah

Additional Information

Authorized discharge ratio (no less than 40%)	50	%
Charge available time (minimum 4hours)	4	h
Days of autonomy needed if no charge	1	

Recommendation

Energy to accumulate	n/a Wh
Voltage recommended	n/a V
Number of batteries needed with the specifications provided	n/a units
Type of conection	n/a
Circuit breaker ideal size	n/a A
Charger size at least	n/a A

Solar System

Additional Information

Solar daily irradiance	n/a kWh/m²/day	
Usefull max power per day	n/a Wc	
Regulator size	n/a A	
Solar panels unit voltage (recommendation: n/aV)	12 V	
Solar panels unit max power		Wc

Recommendation

Minimum number of solar panels	n/a
Recommended number of solar panels	n/a
Solar charge controller: type of regulator	n/a
Solar charge controller: rated voltage	n/a V
Solar charge controller: unit max current	n/a A
Solar charge controller: quantity	n/a

Ouvert en pleine vue

Outils et Ressources du Énergie

Modèles et Outils

Guide - Dimensionnement des longueurs de câble

Sites et Ressources

- Normes Sphère
- SparkFun
- SolarGis

Références

- RED R, (2002). Engineering in emergencies
- MEDICINS SANS FRONTIERS, (2007). Electricity Support.
- ENGINYERIA SENSE FRONTERES, (2006). Tecnologías de la energía para el Desarrollo.
- MEDICINS SANS FRONTIERS, (2004). Energy Guideline
- ACTION CONTRE LA FAIM, (2012). Generator Guideline
- MEDICINS SANS FRONTIERS, (2002). Power Supply.
- ACTION CONTRE LA FAIM. (2012). Energy management Guideline
- SAVE THE CHILDREN. Electricity distribution, generation and renewable energy guide.
- ACTION CONTRE LA FAIM, (2020). Solar pumping, Electrical design and installation.
- INTERNATIONAL COMITEE OF THE RED CROSS and MEDICINS SANS FRONTIERS, (2016). Electrical installation and equipment in the field, Rules and Tools.
- BP, (2000). Solar installation manual
- MEDICINS SANS FRONTIERS, (2012) Electrical safety guidelines