

Guide pratique

L'onduleur, Pourquoi ? Comment ? Explications



EATON

Powering Business Worldwide

Powering Business Worldwide

Eaton est une entreprise diversifiée, spécialisée dans la maîtrise et la transmission d'énergie. Eaton est un leader sur les marchés de la distribution de l'énergie électrique et de l'énergie sécurisée, ainsi que dans les équipements de contrôle et les automatismes industriels. Nous concevons les technologies nécessaires aux applications critiques pour des marchés divers : Industrie, Tertiaire, Services publics, Résidentiel, et Technologies de l'Information.

La division Power Quality d'Eaton offre l'un des plus larges éventails de solutions, destinées à sécuriser les applications et les systèmes les plus critiques. Depuis peu, tous nos produits sont distribués sous une seule et unique marque : la marque Eaton. Un savoir-faire et une expertise unique hérité de 45 années d'expérience dans la conception et le développement de produits de Protection électrique, le savoir faire d'Eaton Power Quality est issu de l'union de grands noms de fabricants d'Onduleurs, depuis Fiskars, Exide Electronics et Best Power, en passant par MGE Office Protection Systems, Powerware, et Aphel.

C'est cet héritage qui fait de notre gamme de solutions la plus performante du marché.



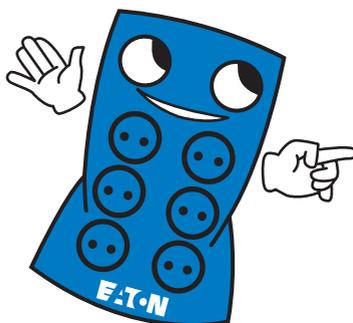
Salut !! Je m'appelle Protection Station, je fais partie de la famille des onduleurs et j'ai été sélectionné pour vous guider tout au long de ce dossier...

Je vais vous expliquer sous forme de trois volets du plus général au plus détaillé :

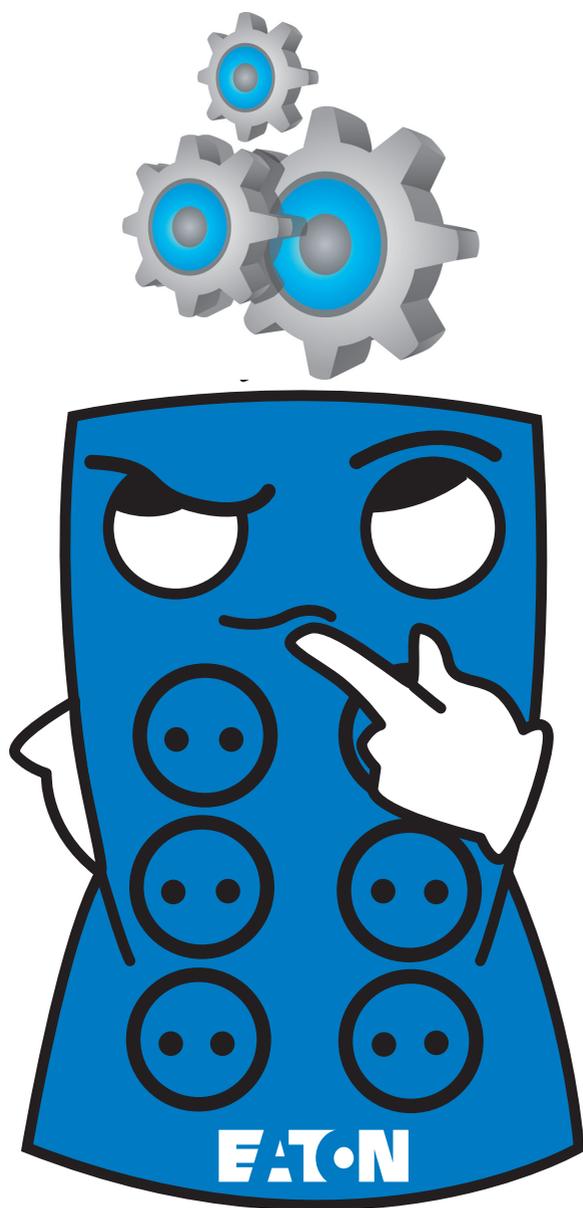
- Pourquoi un onduleur ? p.4
- Comment ça marche ? p.11
- Quelles sont les fonctionnalités avancées? p.23

le troisième volet est destiné aux plus curieux :
il comprend des schémas et des explications plus approfondies...

... Suivez moi !!!...



Pourquoi un onduleur?



Le réseau électrique

Je tiens à vous rappeler le fonctionnement du réseau électrique afin de vous faciliter la compréhension fonctionnelle et l'utilité du produit que nous fabriquons...

L'alimentation du réseau électrique est assurée :

Par les centrales d'énergie

Cette énergie est transportée en très haute tension pour limiter les pertes en ligne

Passage de très haute tension à haute tension aux abords d'une agglomération

Passage de haute tension à moyenne ou basse tension :

- alimentation des industries
- alimentation des applications tertiaires
- alimentation des applications domestiques



Les origines des perturbations

Au départ des centrales de production, l'énergie est pratiquement parfaite. Pendant son transport et sa distribution, sa qualité est altérée par divers événements :

Phénomènes météorologiques :

- foudre
- givre
- tempête (chutes d'arbres, de branches)

Manoeuvres des distributeurs d'énergie :

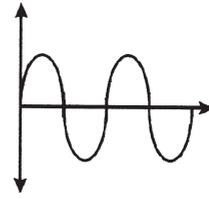
- coupure du réseau électrique
- entretien des installations

Défauts accidentels :

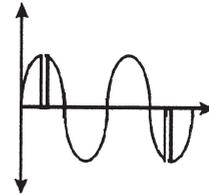
- coupure d'un câble
- défaut d'un élément

Installations industrielles :

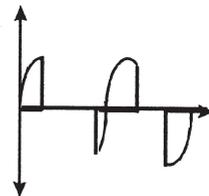
- moteurs, transformateurs
- fours industriels
- machines à souder



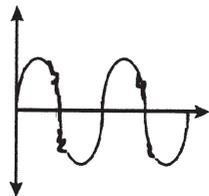
Tension parfaite



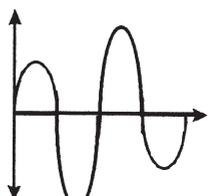
Micro-coupures



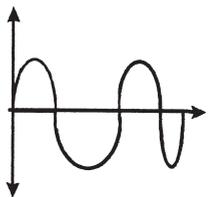
Coupures longues



Parasites haute fréquence



Variations de tension



Variations de fréquence

Les conséquences

La qualité de l'énergie est donc modifiée, ce qui provoque différents types de défauts :

Sous tensions, micro-coupures et coupures :

- arrêt des machines (danger pour les hôpitaux...)
- perte de données informatiques
- mauvais fonctionnement de certaines machines

Surtensions :

- échauffement et vieillissement accéléré du matériel et des composants
- destruction du matériel et des composants

Variations de fréquence :

- perturbation du matériel sensible (ordinateurs, appareils de mesure...)
- modification des vitesses de rotation des moteurs

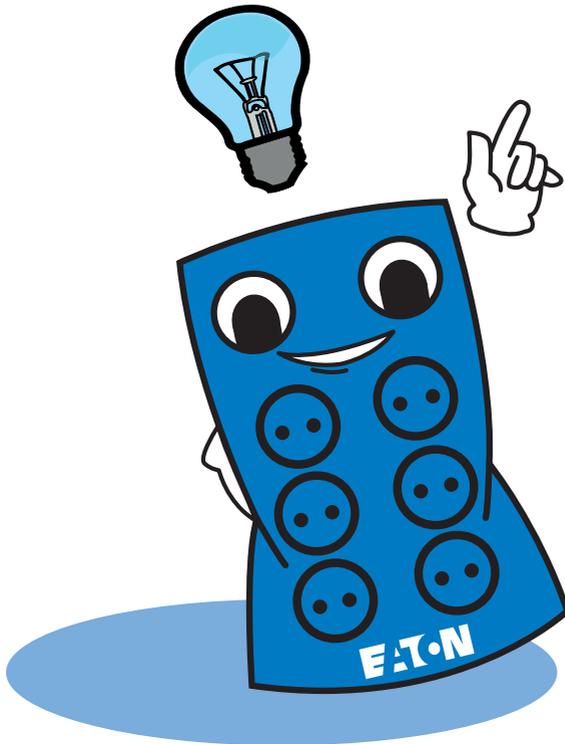
Parasites haute fréquence :

- dysfonctionnement, défauts aléatoires...

L'onduleur : la solution

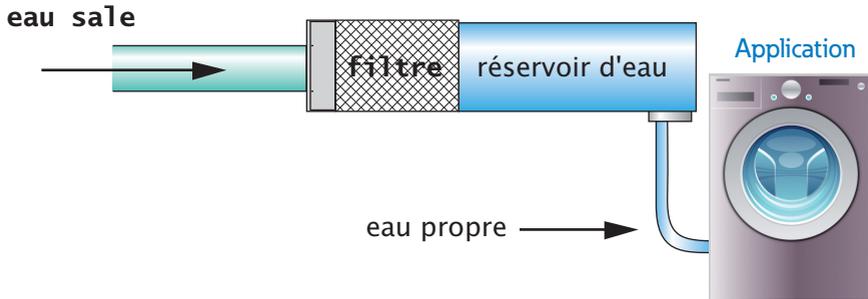
Comme une machine à laver, l'onduleur "nettoie" le courant de toutes les saletés et protège le matériel informatique ou les appareils électriques des perturbations :

- Il filtre les parasites
- Il se substitue au réseau électrique pendant les coupures
- Il stabilise l'énergie électrique (tension et fréquence)
- Il élimine les micro-coupures

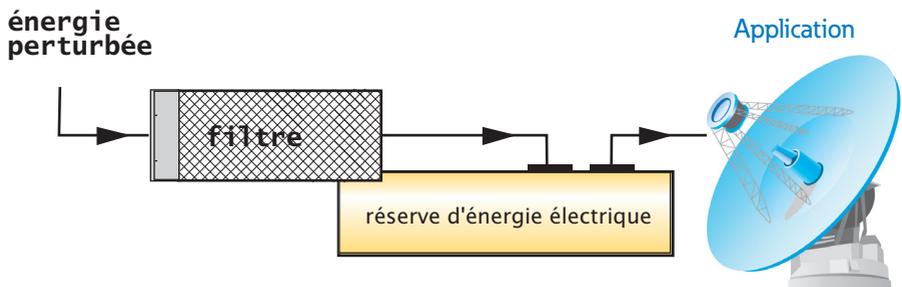


Principe de l'onduleur

On peut comparer l'onduleur à un système d'alimentation en eau d'une machine à laver qui serait composé d'un filtre et d'un réservoir d'eau d'eau...



L'onduleur filtre l'énergie électrique distribuée par le réseau qui alimente les applications.



Il en stocke une partie dans la batterie pour continuer à alimenter les applications en cas de coupure du réseau.

Il existe différents types d'applications, allons les voir de plus près...

Les applications

L'onduleur protège les équipements électriques et électroniques dans des domaines d'utilisation très variés :



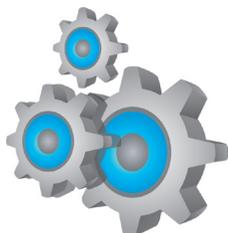
Informatique



Télécommunication



Hôpitaux



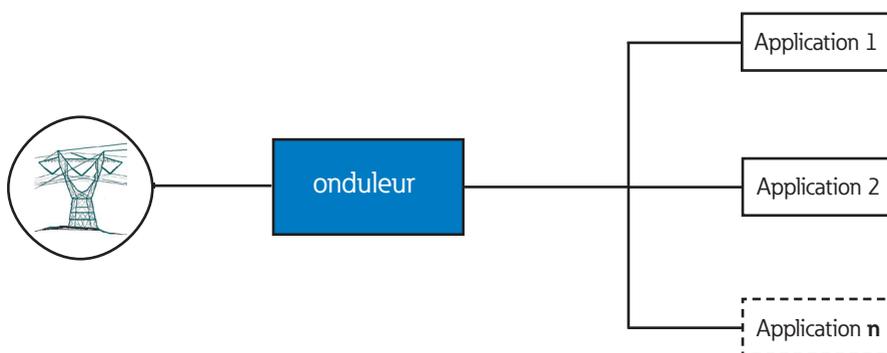
Process industriels

Comment ça marche ?



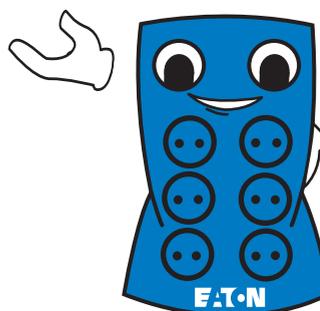
Présentation générale

L'onduleur est une interface d'alimentation appelée aussi Alimentation Sans Interruption (A.S.I.). Il a pour but de toujours délivrer, quel que soit l'état du réseau, une alimentation qui se situe dans les tolérances en fréquence et en tension. L'onduleur assure donc la protection mais aussi la continuité de fonctionnement des applications qu'il alimente.



Avec une gamme d'onduleurs très étendue, de 420 VoltAmpères à 800 KiloVoltAmpères, les applications possibles pour les onduleurs sont nombreuses. Les onduleurs de faible puissance (de 420 VA à 3 kVA environ) sont le plus souvent en technologie "en attente active", au-delà de 3 kVA ils sont plus généralement en technologie «double conversion».

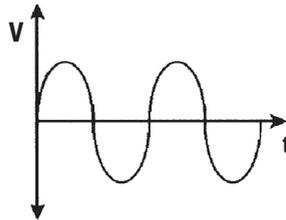
«..Mais avant de rentrer dans plus de détails, je tiens à vous rappeler les différences qui existent entre le courant alternatif et le courant continu...»



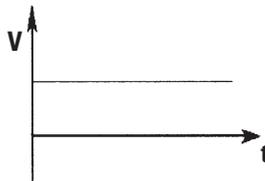
L'onduleur fonctionne soit avec le réseau électrique du distributeur, soit avec la batterie

L'alternatif est le courant distribué par le réseau. Toutes les installations fixes utilisent du courant alternatif : machine à laver, matériel informatique, télévision...

L'alternatif est obtenu grâce à un alternateur. Il est plus facilement transportable que le continu mais on ne sait pas le stocker.



Le continu est le courant utilisé pour toutes les installations mobiles (montre, téléphone portable, voiture, appareil photo...). Il est fourni soit par une batterie (pour la voiture par exemple) soit par des piles (pour la montre).



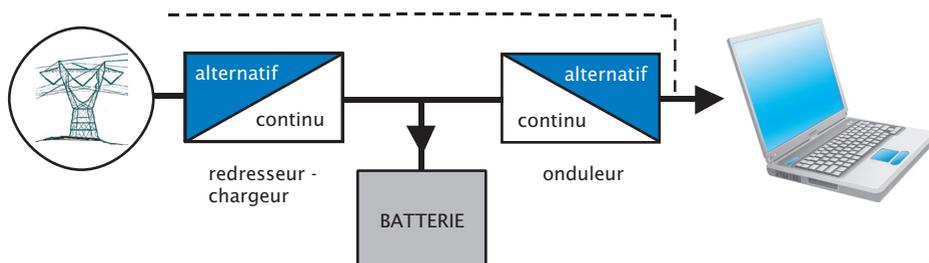
Il est très difficilement distribuable par le réseau à cause des pertes en ligne, mais on peut le stocker dans des batteries ou des piles. Contrairement à l'alternatif, il a une polarité, d'où une borne + et une borne -.

La batterie assure une réserve d'énergie qui alimentera l'onduleur en cas de coupure du réseau d'alimentation.

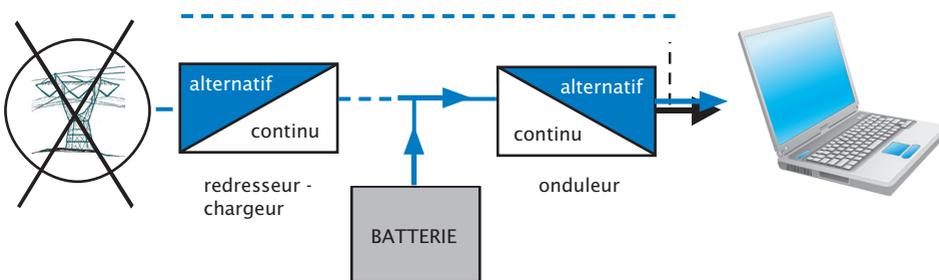
Principe de l'onduleur

Il fonctionne avec une double transformation de la tension, à partir de trois sous-ensembles :

- un redresseur-chargeur
- un mutateur (appelé aussi onduleur)
- une batterie



Quand le réseau est présent le redresseur chargeur transforme la tension alternative du réseau en tension continue. Une partie de cette tension sert à charger la batterie. La tension continue est retransformée en tension alternative par l'onduleur, pour alimenter les applications.

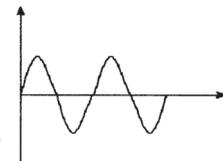


En cas de coupure du réseau, c'est la batterie qui prend le relais. La tension continue fournie par la batterie est transformée en tension alternative par l'onduleur pour pouvoir continuer d'alimenter les applications.

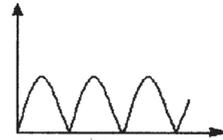
La première transformation

Elle est effectuée par l'ensemble redresseur chargeur qui comprend des condensateurs continus. Cet ensemble est situé sur le module de puissance.

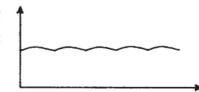
Le redresseur-chargeur, qui est formé de thyristors, redresse la tension sinusoïdale de départ. Les condensateurs vont transformer cette tension (ils la lissent) pour obtenir une tension continue avec une ondulation résiduelle très faible.



Tension de départ



Tension après le redresseur



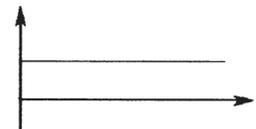
Tension après les condensateurs

La deuxième transformation

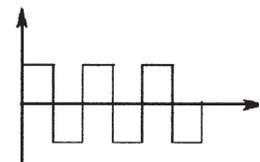
Le redresseur chargeur ou la batterie fournit une tension continue que l'on transforme en tension alternative sinusoïdale grâce à l'ensemble onduleur : mutateur, condensateurs alternatifs.

La tension continue est d'abord découpée (hachée) par le mutateur qui est composé de transistors IGBT. Elle est transformée en créneaux.

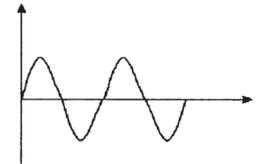
Cette tension est à nouveau filtrée par le transformateur associé aux condensateurs alternatifs, pour donner une tension sinusoïdale semblable à la tension d'entrée mais sans aucune perturbation.



Tension fournie par la batterie



Tension après le mutateur



Tension distribuée à l'application

Quelle technologie choisir ?

La technologie «en attente passive» ou off-line est surtout employée pour des installations individuelles (PC, stations de travail) :

- elle remplace le réseau pendant les coupures et atténue ses imperfections
- l'encombrement et le coût sont faibles

La technologie «line-interactive» ou en attente active est adaptée pour les petites et grandes entreprises :

- elle remplace le réseau
- elle atténue les variations de tension
- son coût est plus faible que les onduleurs double conversion

La technologie «double conversion» ou on-line est systématiquement employée pour des alimentations de forte puissance :

- elle remplace le réseau pendant les coupures, sans temps de transfert
- elle stabilise les variations de tension et de fréquence
- elle filtre les parasites, efface les micro-coupures.

Elle est essentiellement utilisée au-dessus de 3KVA.

Elle assure la protection totale des applications sensibles : hôpitaux, industries, banques, navigation aérienne...

L'onduleur fonctionne seulement lorsque l'énergie n'est plus distribuée par le réseau. Quand une coupure survient, il y a un temps de transfert (de 2 à 10ms). L'énergie stockée dans la batterie sous forme de tension continue, sera transformée par l'onduleur en tension alternative pour alimenter l'utilisation. Le redresseur chargeur sert à charger la batterie.

«... Ces trois technologies sont un peu différentes... Je vais vous les expliquer séparément, commençons par les onduleurs en attente passive...»

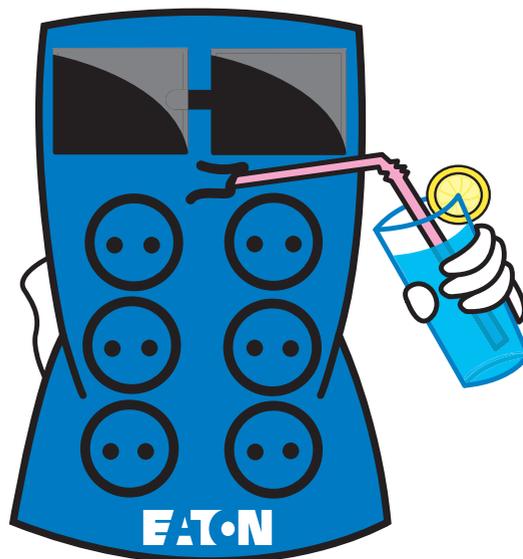
Principe des onduleurs «en attente passive» ou off-line

Cet onduleur est appelé «en attente passive» car il est en veille lorsque le réseau est présent. Le filtre atténue les perturbations : parasites, foudre...

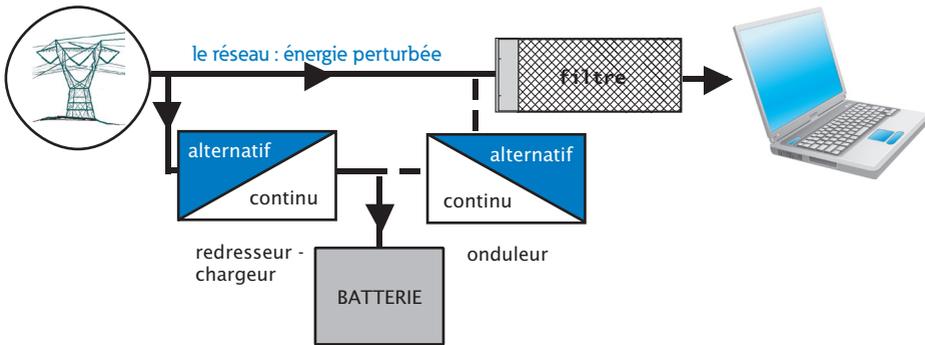
L'onduleur fonctionne seulement lorsque l'énergie n'est plus distribuée par le réseau. Quand une coupure survient, il y a un temps de transfert (de 2 à 10ms).

L'énergie stockée dans la batterie sous forme de tension continue, sera transformée par l'onduleur en tension alternative pour alimenter l'utilisation.

Le redresseur chargeur sert à charger la batterie.

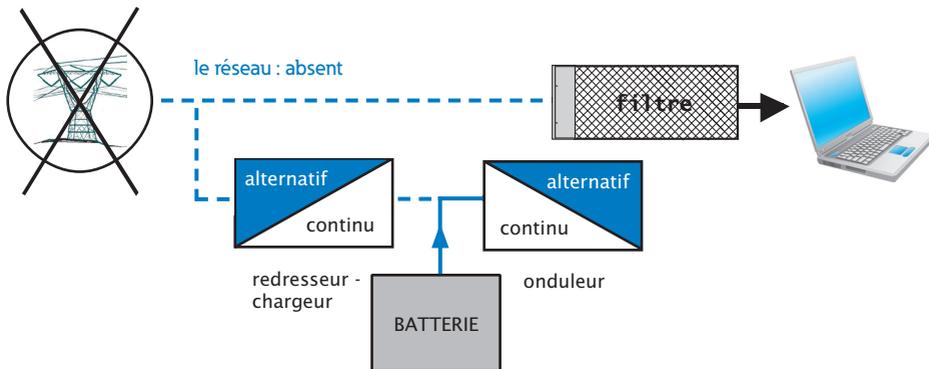


Principe des onduleurs «Line interactive» ou en attente active



Le booster est un module prévu pour compenser une tension trop faible.

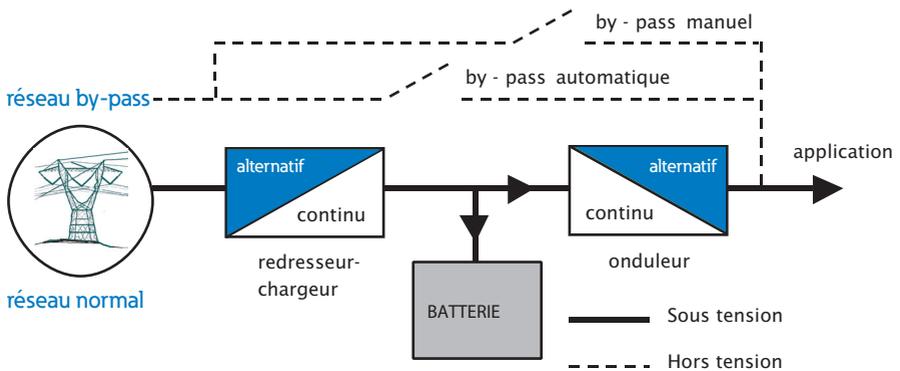
Le fader, à l'inverse, réduit une tension trop élevée. Lorsqu'elles sont trop importantes, l'alimentation des applications, se fait par la batterie.



Tout comme sur l'onduleur "en attente passive", il y a un temps de transfert (de 0 à 10ms) auquel sont insensibles les applications. A la différence de la technologie "en attente passive", les variations de tension sont corrigées par un système de régulation de tension.

Principe des onduleurs «double conversion» ou on-line

Cette technologie est la plus perfectionnée : l'application est constamment alimentée par les fonctions redresseur et onduleur qui assurent une régulation permanente de la tension et de la fréquence de sortie de l'appareil.



Ce n'est qu'en cas de défaillance grave du réseau que l'énergie est fournie par la batterie sans aucune interruption.

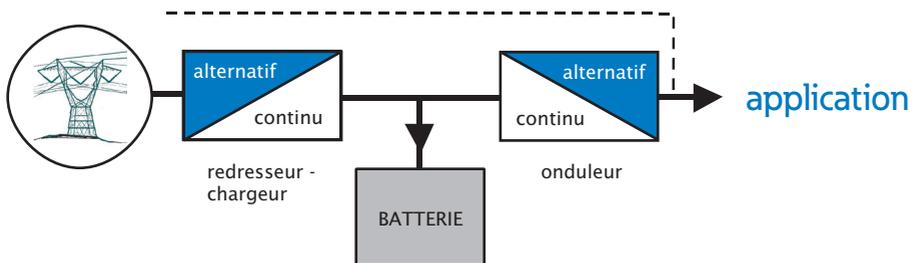
On remarque qu'il y a deux réseaux, le réseau normal et le réseau by-pass (appelé aussi réseau secours).

Ces deux réseaux sont souvent confondus et utilisent la même source (le distributeur d'énergie). Mais ils peuvent être différents : par exemple le réseau EDF pour le réseau normal et un groupe électrogène pour le réseau by-pass.

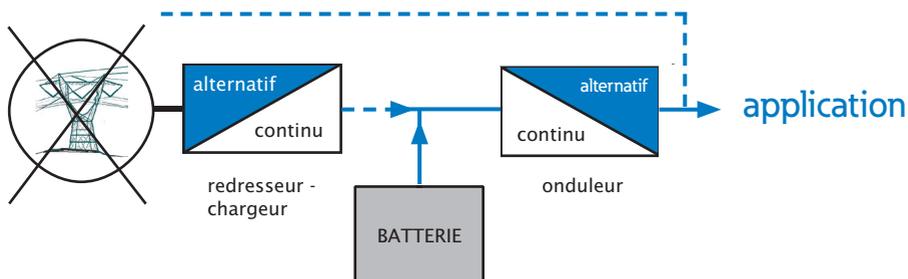
Fonctionnement de l'onduleur double conversion

Mode normal

Le courant est entièrement régénéré par une double transformation permanente d'alternatif en continu, et de continu en alternatif, ce qui garantit une qualité constante quelles que soient les perturbations du secteur. La batterie n'est utilisée qu'en cas de coupure du réseau.



Mode batterie

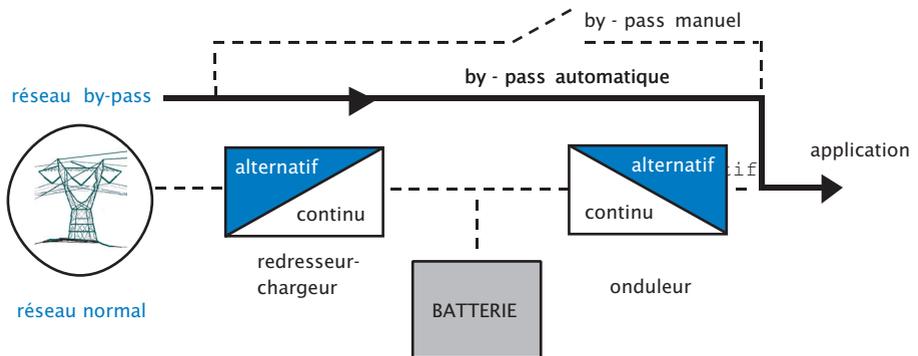


Si le réseau normal devient hors tolérances (coupure, variation de fréquence importante...) c'est la batterie qui prend le relais et qui fournit la tension nécessaire. Le transfert sur batterie se fait sans coupure.

«... Deux autres systèmes de dérivation contribuent au bon fonctionnement de l'installation...

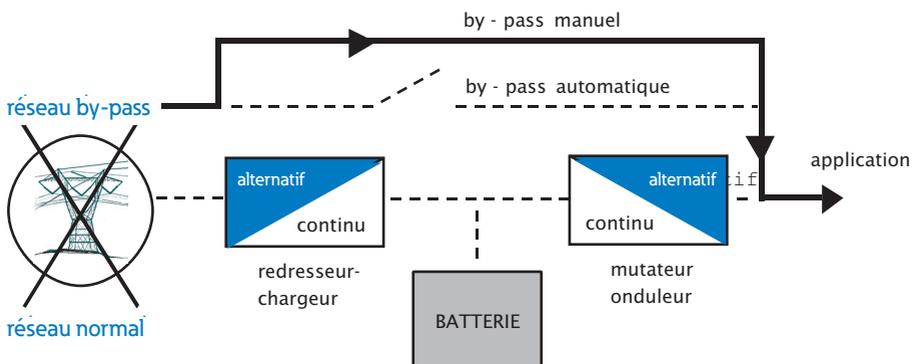
Fonctionnement en mode by-pass automatique

Le by-pass automatique agit sans coupure en cas de surcharge ou d'anomalie sur l'onduleur.

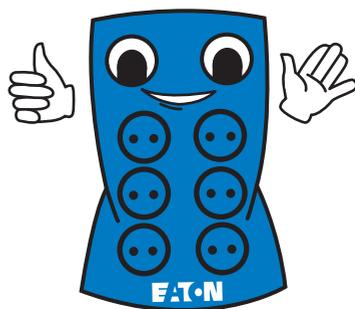


Fonctionnement en mode by-pass manuel

C'est un interrupteur qui isole totalement votre ASI Il permet des interventions de maintenance sans interrompre vos applications.



Quand on le ferme on met l'onduleur hors tension (sans danger pour les interventions) tout en continuant d'alimenter les applications par le réseau by-pass. Par contre, en cas de coupure de ce réseau, il n'y a aucune protection.



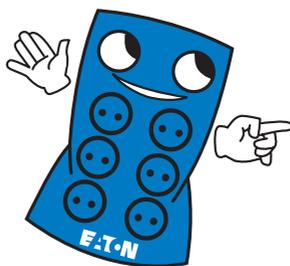
«... Vous êtes toujours là ? Super !!!...

... Cette dernière partie est comme je vous le rappelle, plus approfondie...

... Je vais vous expliquer les différentes fonctionnalités avancées de l'onduleur ...

... Cela vous permettra pour le présent ou l'avenir de connaître les différentes options qui ont été créées, et pour quel usage elles ont été conçues...

... Suivez moi !!!...



Quelles sont les
fonctionnalités avancées ?



Les fonctionnalités avancées

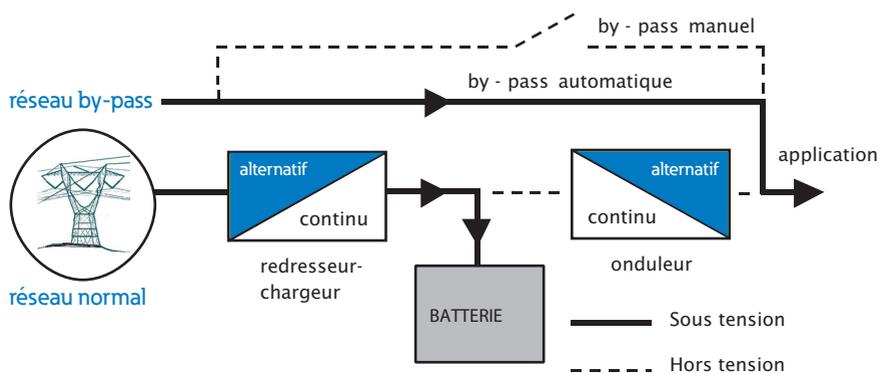
... Pour pouvoir mieux répondre aux besoins des clients, il existe différents modes de fonctionnement, et différentes options...

Le mode éco

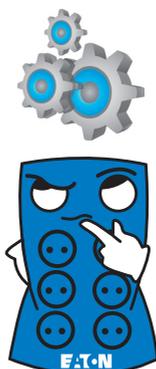
Contrairement au mode double conversion, en fonctionnement normal (réseau présent et dans les tolérances) :

- l'onduleur est sur le réseau by-pass
- l'application est alimentée par le by-pass automatique

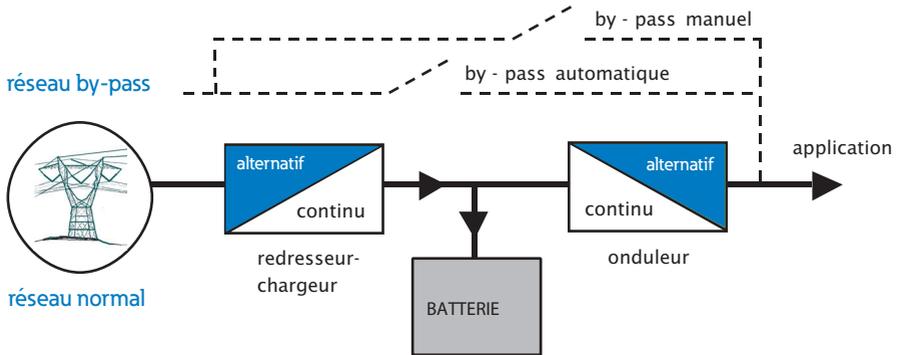
Le réseau normal alimente la batterie.



En cas de coupure du réseau by-pass, l'application bascule sur l'onduleur.



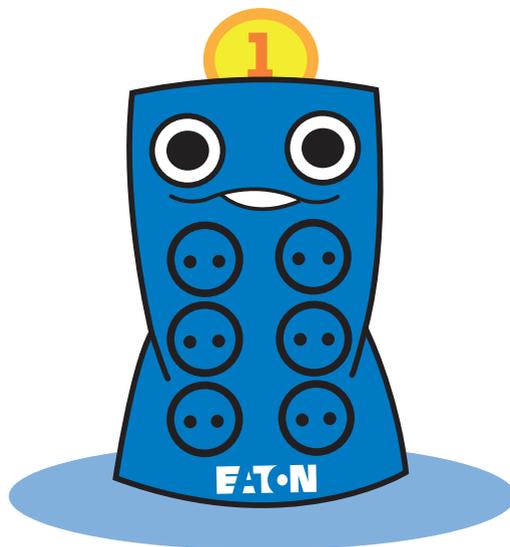
Dès que le réseau by-pass est dans les tolérances, l'onduleur rebasecule automatiquement sur ce réseau.



Remarques

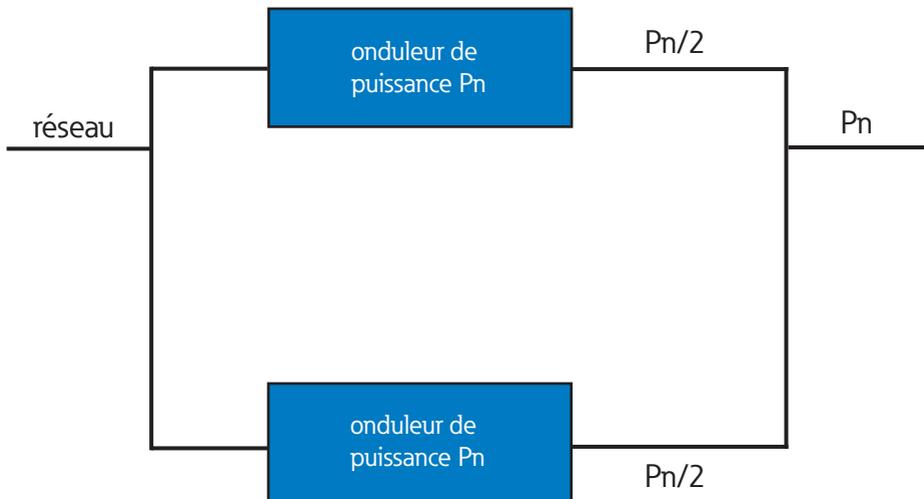


Le "mode éco" ne doit être utilisé que pour les applications non sensibles. Le «mode éco» est ainsi appelé, car il permet d'obtenir un meilleur rendement qu'avec le mode double conversion (97% au lieu 94% en pleine charge). En effet, dans le "mode éco", il y a réduction des pertes dues à la conversion d'énergie.



Les onduleurs redondants

Une configuration redondante de base est formée de deux onduleurs de même puissance connectés en parallèle.



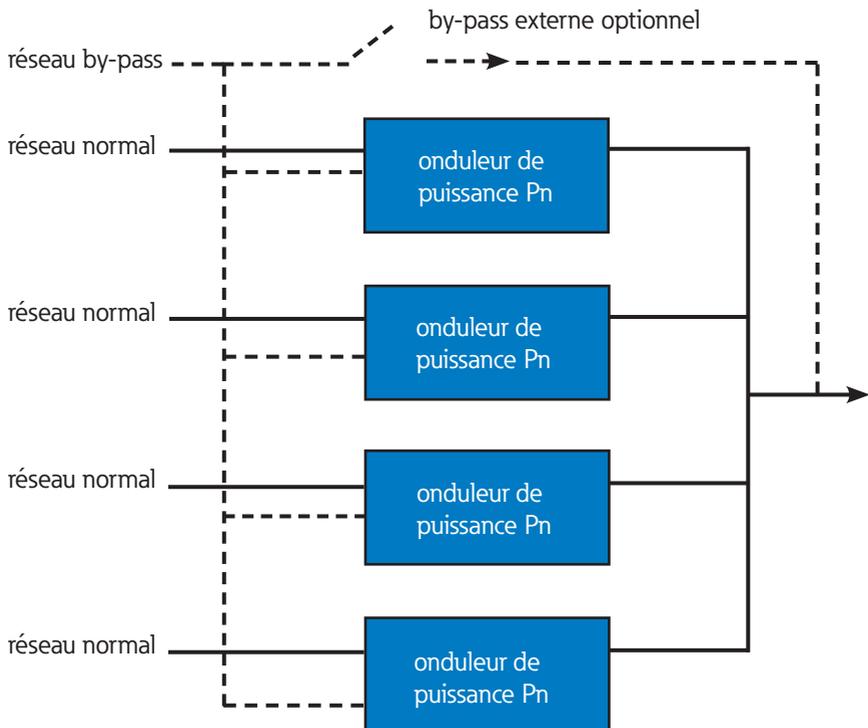
La puissance d'utilisation disponible d'un onduleur est égale à P_n . Chaque onduleur fournit la moitié de sa puissance nominale. Si l'un des onduleurs s'arrête à cause d'un problème, l'autre onduleur fournit à lui seul la puissance nécessaire pour les applications. C'est donc un montage de sécurité assurant l'absence de coupure même en cas de défaillance technique d'un onduleur.

Bénéfice de la redondance

Cette configuration augmente fortement la disponibilité de l'énergie pour les applications (x10).

Les onduleurs redondants

On peut mettre de 3 à 6 onduleurs de même puissance, en parallèle. La puissance disponible peut atteindre jusqu'à six fois la puissance nominale d'un onduleur. Une configuration typique comprend un onduleur en redondance sur les n . Si l'un des onduleurs s'arrête, à cause d'une panne ou d'un autre problème, les autres onduleurs fourniront la totalité de l'énergie demandée.



1 onduleur en redondance sur 4

Si l'un des onduleurs s'arrête, à cause d'une panne ou d'un autre problème, les autres onduleurs fourniront la totalité de l'énergie demandée.

Les configurations haute disponibilité

Les 2 configurations précédentes servent de base à des configurations plus complexes dans le cas de besoin d'énergie haute-qualité.



Cette option s'applique pour tous les onduleurs redondants mis en parallèles.

Les différentes options

Un onduleur-convertisseur de fréquence a pour rôle de modifier la fréquence d'une installation. C'est souvent en passant de 50 Hz à 60 Hz.

Les éléments ajoutés : le convertisseur est un onduleur double conversion unitaire sans réseau by-pass (pas de bornier de raccordement ni d'interrupteur) et donc pas de By Pass. Si on retrouve une batterie, l'onduleur peut alors fonctionner sur celle-ci en cas de coupure du réseau normal. En fin d'utilisation batterie, l'onduleur s'arrête et les applications ne sont plus alimentées.

L'option Backfeed (protection) : différences avec un onduleur double conversion normal. C'est un onduleur on-line à qui on a rajouté un contacteur mécanique sur le réseau by-pass. Il a le même fonctionnement qu'un onduleur double conversion. L'option Backfeed répond à une norme sur la sécurité des personnes. Ce contacteur a pour but d'isoler la ligne en amont du by-pass en cas de disparition du réseau by-pass ou en cas de fonctionnement sur batterie ; ceci pour éviter tout retour de tension sur le réseau by-pass si un ou plusieurs thyristors du contacteur statique sont en défaut (court-circuit).

Les filtres anti harmoniques

On ajoute sur l'onduleur une self anti harmonique, une self tri et un bloc de condensateur. Pour un filtre antiharmonique compensé, il y a une self compensée en plus.

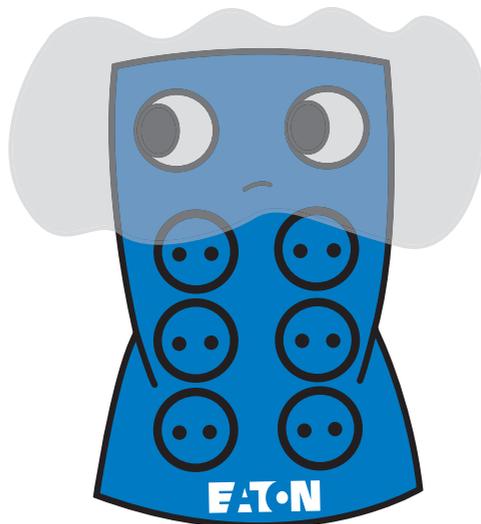
Le rôle de cette option : comme toute charge non linéaire, un onduleur crée des harmoniques et pollue le réseau. Avec ces filtres passifs, on diminue considérablement la pollution harmonique.

On peut passer de 33% d'harmonique sans aucun filtre à 5% avec filtre.

L'option transformateur réseau by-pass

Si le client n'a pas de neutre, on rajoute un transformateur sur le réseau by-pass pour le créer. Celui-ci est nécessaire pour le couplage.

... Nous avons vu les différentes options possibles, il est important de connaître le fonctionnement de l'onduleur, cette fois en surcharge...



Le fonctionnement en surcharge

Pour une surcharge de 100 à 105%, l'onduleur fonctionne normalement pendant une durée "illimitée".

Pour une surcharge de 105 à 150%, l'onduleur continue à alimenter l'utilisation, mais pendant une durée donnée X limitée puis il bascule sur le réseau by-pass sans coupure, si celui-ci est dans les tolérances. Si ce n'est pas le cas, l'onduleur se coupe pendant 800 ms puis il bascule sur le réseau by-pass. Une fois sur le réseau by-pass, il fonctionne pendant la même durée X qu'avec le réseau normal puis il s'interrompt. Les applications ne sont alors plus alimentées.

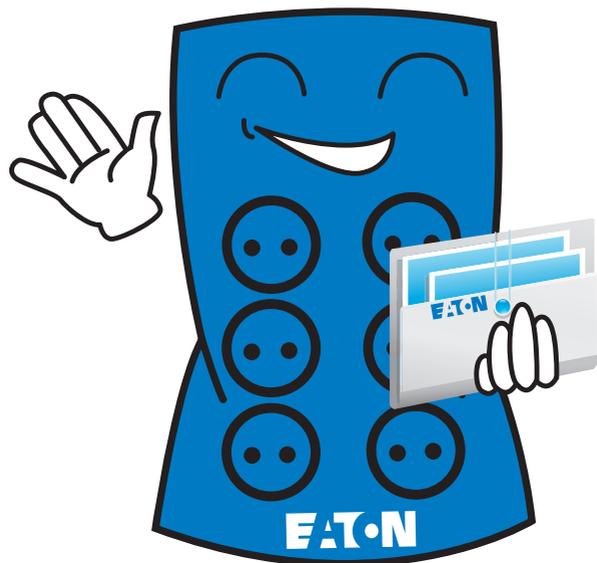
La durée X varie en fonction du pourcentage de charge et du type d'onduleur :

- De 105 à 115% la durée X est de 2h
- De 115 à 125% la durée X est de 30 mn
- De 125 à 135% la durée X est de 3 mn
- De 135 à 150% la durée X est de 1 mn

Pour une surcharge de plus de 150%, l'onduleur passe en limitation du courant.

L'onduleur bascule instantanément sur le réseau bypass si celui-ci est dans les tolérances. Une fois sur le réseau by-pass il se coupe après un certain temps.

Si ce dernier est hors tolérances, il limite le courant à $2.33I_n$ (I_n : Intensité nominale) pendant une seconde.



... J'ai été ravi de vous accompagner tout au long de ce dossier, de vous avoir aidé à mieux connaître l'onduleur afin de remplacer vos questions par des réponses, Eaton a réalisé ce livret avec grand plaisir et apprécie beaucoup que vous en ayez pris connaissance...



Eaton Corporation

© 2011 Eaton Corporation
All Rights Reserved
Printed in France
July 2011