

Chapitre 22

Modulation du flux énergétique

1. PROBLEMES D'ALIMENTATION ET SOLUTIONS.....	2
2- REGLEMENTATION EUROPEENNE	8
3- CHOIX D'UN ONDULEUR MONO/MONO OU TRI/MONO	9
4- TOPOLOGIES DES ASI	10
5- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES	23
6- COMMUNICATION	28
7- OPTIONS	29
8- RECOMMANDATIONS POUR L'INSTALLATION D'ONDULEURS DE MOYENNES ET FORTES PUISSANCES	30
9- MAINTENANCE ET SERVICES	32
10- LES PERTURBATIONS ET LES HARMONIQUES	35
11- LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DES ASI	37
12- LA FOUDRE : EXPLICATIONS, DANGER ET PROTECTION	44
13- CALCUL D'UN ONDULEUR	47
Travail personnel 	51
Autocorrection 	53

1. PROBLEMES D'ALIMENTATION ET SOLUTIONS

1-1. PROBLEMES D'ALIMENTATION

1-1-1. LA SITUATION ACTUELLE

La sophistication croissante des systèmes informatiques et industriels automatisés, l'augmentation de leurs performances comme, par exemple, la rapidité de traitement des informations, l'interconnexion en temps réel des systèmes de télécommunications, le fonctionnement permanent et automatisé, font qu'ils sont de plus en plus vulnérables et dépendants de leur alimentation électrique. Cette énergie électrique est distribuée sous forme d'ondes constituant un système sinusoïdal monophasé et triphasé, caractérisé par :

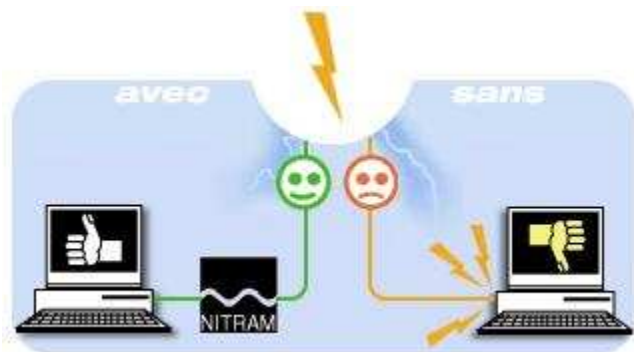
- ❑ la fréquence,
- ❑ l'amplitude,
- ❑ la forme (distorsion de l'onde),
- ❑ la symétrie du système.

Si, au départ des centres de production, l'onde de tension est pratiquement parfaite, il peut ne plus en être de même chez l'utilisateur où plusieurs types de perturbations peuvent être constatés :

- ❑ parasites,
- ❑ variations de tension,
- ❑ variations de fréquence,
- ❑ micro-coupures, coupures.

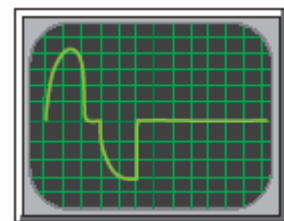
Nous ne reviendrons pas sur l'origine de ces perturbations liée aux moyens de transport et de distribution de cette énergie, à l'environnement atmosphérique (orages, givre, vent, ...) ou industriel (avaries de machines, récepteurs polluants, incidents sur le réseau, ...).

Ainsi, malgré l'amélioration constante des réseaux de distribution et de la qualité du "produit électricité", les perturbations restent nombreuses et il ne serait d'ailleurs pas économiquement justifié, ni d'ailleurs techniquement réalisable de les supprimer complètement.



1-1-2. DES EQUIPEMENTS TOUJOURS SENSIBLES

Là aussi, des progrès très importants ont été réalisés par les constructeurs de matériels pour les rendre moins sensibles à toutes ces perturbations (meilleure immunité aux parasites, tolérance de creux de tension atteignant 20 à 30%, voire de coupures brèves de 5 à 10 ms). Mais, à l'inverse, la sophistication croissante de nombreuses applications informatiques ou industrielles, l'utilisation d'automatismes performants, le fonctionnement en continu de process industriels rendent les conséquences de ces perturbations de plus en plus graves. Il faut alors parler en termes de manques à produire, d'altérations de la qualité des produits, de risques graves pour les biens et les personnes, voire de survie de la société puisque des études ont montré qu'une société sur deux ne survit pas à un sinistre informatique grave. Ainsi dans ce domaine de l'informatique, une enquête récente réalisée chez nos voisins britanniques par le National Computing Center chiffre le coût moyen d'un défaut d'alimentation électrique de 15 à 45 Keuros, soit plus que la foudre ou le vol.



Par exemple, tout serveur et son disque dur associé doivent être alimentés par une ASI :

- Le répertoire de fichiers du serveur, dans beaucoup de systèmes, est hébergé dans une RAM pour des raisons de facilité d'accès. Une micro-coupure peut l'effacer complètement.
- L'environnement UNIX (ou le système d'exploitation) nécessite que tous les fichiers du système soient ouverts en permanence dans la RAM. Si l'alimentation disparaît, même momentanément le système opératoire peut avoir besoin d'être réinstallé, ainsi que les logiciels d'application.

La protection du serveur est seulement la première ligne de défense, les stations de travail nécessitent également une protection par ASI contre les coupures de courant. Moins visibles, donc plus pernicieux sont aussi les effets qui se traduisent par un vieillissement prématuré du matériel, une dégradation de sa fiabilité et de sa disponibilité. Ainsi certains constructeurs informatiques accordent à leurs clients, équipés d'onduleurs, une réduction du coût de leurs contrats de maintenance. Car nous allons voir que plusieurs moyens de protection ou de désensibilisation de ces équipements existent.

1-2. DES SOLUTIONS AUX PROBLEMES D'ALIMENTATION

1-2-1. LES PROTECTIONS INTEGREES A L'EQUIPEMENT

De nombreuses solutions techniques existent et le choix de l'utilisateur devra se faire en fonction de plusieurs paramètres (coût, type de perturbation, caractéristique de l'équipement à protéger ou de la distribution électrique sur le site, criticité de l'application à protéger, ...).

Notre démarche ira du plus simple au plus performant ou plus universel. Ces protections existent mais sont souvent réduites à des protections contre les parasites les plus fréquemment rencontrés, les baisses de tension ou les coupures brèves (au moyen de piles, condensateurs ou batteries).

Toutefois, pour les matériels courants, l'efficacité de ces solutions est assez limitée et peut se borner à une protection (non destruction) de l'appareil, à un arrêt "propre" ou à une sauvegarde de données essentielles. Elles permettent rarement la continuation du fonctionnement normal de l'équipement sensible.

En effet, la continuité de fonctionnement en l'absence de la source normale pendant plus de 10 à 20 ms va nécessiter l'utilisation instantanée d'une source de remplacement utilisant l'énergie stockée dans un volant d'inertie ou des batteries d'accumulateurs.

Il faut bien constater que ces deux moyens restent aujourd'hui les seuls faciles à mettre en œuvre pour stocker une énergie permettant de remplacer une source de puissance supérieure à quelques centaines de watts. Nous verrons leur fonctionnement et caractéristiques dans la partie consacrée aux interfaces d'alimentation sans interruption (A.S.I.).

Les moyens logiciels :

Ces moyens sont bien entendu utilisés dans les équipements mettant en œuvre des traitements numériques de l'information (ordinateurs, calculateurs, automates programmables, équipements de télécommunications et de contrôle de process). Leur utilisation se limite la plupart du temps à réduire ou supprimer les conséquences de la perturbation au niveau du matériel ou de l'application par des moyens tels que :

- ❑ la sauvegarde systématique et régulière des informations sur un support permanent non sensible aux perturbations
- ❑ des procédures automatiques d'arrêt et/ou de redémarrage de l'équipement
- ❑ l'auto-surveillance de l'alimentation par la machine pour détecter toute perturbation altérant son fonctionnement et alerter l'exploitant ou reprendre une séquence interrompue, voire dans un process prendre une décision au niveau du produit en cours d'élaboration (rejet ou reprise).

Ces moyens logiciels trouvent leurs limites dans les machines travaillant en temps réel, en réseau avec interconnexion permanente et échange de données, ou pour les process continus pour lesquels un arrêt de l'équipement en cours de process pourra se traduire par des risques de sécurité (industrie chimique ou pétrochimie par exemple), des pertes de production importantes ou des pertes d'informations irréversibles.

Il faut aussi noter que ces moyens nécessitent des programmes et des mémoires supplémentaires et peuvent quand même entraîner un arrêt long de l'application : une micro-coupure peut entraîner un arrêt même "propre" d'un atelier de production ou d'un ordinateur pendant plusieurs minutes, voire plus.

1-2-2. FILTRES, TRANSFORMATEURS D'ISOLEMENT ET REGULATEURS DE TENSION

Lorsque des solutions intégrées à la machine n'ont pas été prévues par le constructeur ou se révéleraient trop coûteuses à mettre en oeuvre pour chaque appareil, la solution est bien souvent d'ajouter une interface d'alimentation entre le réseau et l'application ou l'ensemble des applications à protéger (protection centralisée).

a) Filtres

Le filtre est la solution la plus simple. Il réalise une protection contre les perturbations et parasites d'origine électromagnétique, radioélectrique et les perturbations atmosphériques (il peut être associé à un parafoudre). Il n'aura aucun effet contre les variations de tension et fréquence ainsi que contre les micro-coupures.

b) Transformateurs d'isolement

Un transformateur d'isolement équipé d'un écran électrostatique permet d'obtenir une réduction des bruits parasites haute fréquence en mode commun et transverse. Le niveau d'atténuation atteint sera fonction de la qualité de la conception et de la réalisation du transformateur. Là, encore, aucune protection n'est apportée contre les autres perturbations.

Toutefois, le transformateur d'isolement permet dans une installation électrique de limiter les courants de fuite en les localisant aux circuits alimentés par le secondaire. L'utilisation de certains couplages pour les transformateurs triphasés permet également de supprimer certains courants harmoniques au primaire (harmonique 3 et multiples de 3).

c) Régulateurs de tension et conditionneurs de réseau

Le régulateur de tension maintiendra constante la tension de sortie malgré les variations affectant sa tension d'alimentation. Il en existe deux types :

- ❑ Les régulateurs de type ferro-résonnant,
- ❑ Les régulateurs électro-mécaniques.

Les critères à prendre en compte dans l'évaluation des performances d'un régulateur sont la plage de régulation, les réponses aux variations de charge, la rapidité et la souplesse de régulation. Si les régulateurs résolvent bien les problèmes dus aux variations de tension, ils sont souvent inefficaces contre les bruits de parasites. Pour répondre à ce problème, la solution consiste à combiner transformateur d'isolement et régulateur de tension : c'est ce qui est fait dans le conditionneur de réseau. Il existe deux grands types de conditionneurs correspondant aux deux différentes technologies de régulation de tension présentée précédemment : les conditionneurs ferro-résonnants et les conditionneurs à commutation statique des prises.

S'ils répondent bien aux problèmes des variations de tensions importantes et de bruits parasites, les conditionneurs sont totalement impuissants face aux micro-coupures (>10 ms), coupures et variations de fréquence auxquelles seuls les systèmes dits « à autonomie » peuvent remédier.

1-2-3 ALIMENTATION EN COURANT CONTINU

Cette solution est surtout utilisée pour les systèmes de sécurité, certains matériels de télécommunications et l'alimentation de relais ou contacteurs. Cette alimentation se compose d'un redresseur et d'un dispositif de stockage de l'énergie :

- ❑ Condensateur pour des durées inférieures à 1 seconde,
- ❑ Batteries d'accumulateurs pour les durées supérieures.

Ce système est simple et présente un bon rendement mais nécessite un appareil ayant une alimentation permanente en courant continu dans des tensions allant de 12 à 220 V. Dans le cas d'une solution de secours centralisée, il va également nécessiter l'installation d'une distribution en courant continu séparée.

1-2-4 LES GROUPES TOURNANTS OU ALIMENTATIONS DYNAMIQUES

Il existe différents types d'alimentations rotatives sans interruption, mais toutes utilisent un ensemble moteur-alternateur, l'alternateur alimentant la charge critique. L'une de ces versions combine un moteur et un alternateur associés à un convertisseur statique très simple. Ce convertisseur filtre les perturbations principales et ne régule que la fréquence de sortie de son signal (généralement sous forme de signal carré) qui alimente ensuite un ensemble moteur / générateur. Ce moteur / générateur génère un signal de sortie sinusoïdal en utilisant la fréquence du convertisseur comme référence.

Une seconde version combine une machine synchrone (régulateur / générateur), un couplage inductif et un moteur diesel avec embrayage. Les solutions dynamiques (rotatives) sont utilisées pour les installations de forte puissance (au dessus de 300 à 500 kVa) et plus particulièrement pour des applications industrielles. Les arguments souvent mis en avant pour ces solutions « dynamiques » sont les suivantes : courant de court-circuit élevé, isolation galvanique et faible indépendance interne.

Mais les désavantages principaux de ces alimentations rotatives sont le niveau de bruit élevé (70 à 95 dBa), le remplacement des roulements avec un temps d'interruption long, les dimensions importantes et le poids élevé.

SOLUTION	TRANSFO. D'ISOLEMENT	REGULATEUR	CONDITIONNEUR	GROUPE SYNCHRONE
PERTURBATIONS				
Parasites secteurs				
Variations de tension				
Variations de fréquences				
Micro-coupures				
Coupures franches				

1-2-5. LES ALIMENTATIONS STATIQUES SANS INTERRUPTION (ASI OU ONDULEURS)

Plus de 25 ans après leur apparition, les alimentations statiques sans interruption (ASI), plus communément appelées « Onduleurs », représentent plus de 95% des ventes d'interface d'alimentation avec autonomie et plus de 98% pour les applications informatiques et électroniques sensibles. Nous rappelons brièvement leur fonctionnement, leur mise en oeuvre et les possibilités techniques offertes aux utilisateurs, pour terminer par les évolutions techniques et les perspectives d'avenir.

a) Rappel du fonctionnement

Placées en interface entre le réseau et les applications sensibles, les alimentations statiques sans interruption alimentent la charge avec une tension permanente, de haute qualité, quelles que soient les caractéristiques du réseau. Les ASI délivrent une alimentation fiable, débarrassée de toute perturbation, avec des tolérances compatibles avec les exigences des appareils électroniques sensibles. Les ASI peuvent également délivrer cette tension fiable de manière indépendante au moyen d'une source d'énergie (batterie) qui est généralement suffisante pour assurer la sécurité des biens et des personnes. Les alimentations statiques sont constituées de trois sous-ensembles principaux :

- ❑ un redresseur - chargeur transformant la tension alternative en courant continu
- ❑ une batterie d'accumulateurs (en général au plomb) permettant de stocker de l'énergie et de la restituer instantanément en cas de besoin pendant 5 à 30 mn, voire plus
- ❑ un onduleur statique, convertissant cette tension continue en une tension alternative parfaitement régulée et filtrée en fréquence de tension.

Pour des appareils dépassant 1 ou 2 kVa, ces trois fonctions peuvent être complétées par des équipements complémentaires : un contacteur statique en cas de surcharge ou défaut de l'onduleur, un by-pass mécanique de maintenance permettant d'isoler complètement l'onduleur et différentes options pour la signalisation, la maintenance, voire la télémaintenance.

b) Mise en oeuvre des onduleurs

Depuis de nombreuses années, l'onduleur est devenu un élément à part entière de la distribution d'énergie haute qualité du client. Tous ses éléments ont été conçus par le constructeur pour s'intégrer parfaitement dans le schéma électrique du site, qu'il s'agisse d'une alimentation de 50 VA pour alimenter un micro-ordinateur dans un bureau ou une installation très complexe de 2000 VA dans un grand centre informatique tertiaire ou la protection d'un atelier de fabrication.

Sur les installations complexes, on notera, en particulier, la présence d'un groupe électrogène bien souvent complémentaire de l'alimentation statique. En effet, il va permettre en cas de coupure très longue, d'augmenter l'autonomie fournie par la batterie, celle-ci assurant bien entendu la continuité de l'alimentation pendant le démarrage du groupe et 10 à 15 min d'autonomie permettant en cas de non démarrage de celui-ci d'effectuer toutes les séquences d'arrêt normal de l'utilisation.

Ces deux technologies sont bien complémentaires et non concurrentes comme on pourrait le penser et fabricants de groupes et fabricants d'ASI sont souvent amenés à collaborer lors de la conception d'une installation importante pour définir ensemble les caractéristiques des machines (puissances, séquences de fonctionnement,...).

c) Mise en parallèle et redondance

Dans des installations de moyenne et forte puissance, il est possible d'associer plusieurs chaînes en parallèle :

- ❑ Pour constituer une alimentation de puissance supérieure à celle disponible en chaîne unitaire
- ❑ Pour augmenter la fiabilité de l'alimentation en prévoyant une ou plusieurs chaînes en redondance

Des solutions très élaborées sont également possibles pour améliorer la fiabilité ou simplifier l'utilisation de la maintenance.

d) Les bénéfices pour l'utilisateur

_ Amélioration du rendement

Les utilisateurs, soucieux de diminuer leurs coûts d'exploitation, sont très attentifs aux dépenses en énergie de leur installation, donc aux pertes de leur ASI dont le fonctionnement est généralement permanent. Et cela d'autant plus que les pertes doivent, en quelque sorte, être payées deux fois : kWh consommés par l'appareil et kWh dépensés dans le dispositif de ventilation ou climatisation. D'où, depuis quelques années une véritable chasse aux pertes pour les constructeurs en gagnant avec chaque nouvelle technologie quelques points de rendement.

_ Adaptation aux charges déformantes

Depuis plusieurs années, avec l'apparition des alimentations à découpage, la plupart des charges informatiques ou électriques sont des charges non linéaires ou « déformantes ». C'est-à-dire que leur courant n'est pas sinusoïdal et peut avoir un très fort contenu d'harmoniques. Ce courant présente, de plus, un facteur de crête élevé (2 à 3.5) et un facteur de puissance de 0.65 à 0.8. Toutes ces données ont été rapidement prises en compte dans la conception des nouveaux onduleurs par les constructeurs, grâce en particulier à la généralisation des onduleurs à modulation de largeur d'impulsion (MLI). L'impédance de sortie de différentes sources en fonction de la fréquence montre que l'onduleur MLI est la meilleure solution : l'impédance de sortie est très basse jusqu'aux hautes fréquences et la distorsion de la tension de sortie due aux courants non sinusoïdaux est négligeable. On peut donc dire que pour des onduleurs récents de cette technologie, le problème des charges déformantes est connu et maîtrisé et ne nécessite pas de déclassement.

_ Intégration dans les systèmes de communication et de gestion des informations techniques.

Les paramètres de fonctionnement, informations et alarmes de l'alimentation sont digitalisés, stockés ou affichés sur l'écran de l'ASI. Ils peuvent ainsi être très facilement transmis à distance et traités dans des systèmes allant du simple coffret de signalisation jusqu'au système complexe de gestion technique centralisée du bâtiment. Cette G.T.C traite aussi bien les paramètres de la gestion d'énergie (distribution MT, BT ou groupes électrogènes) ou de la protection de la distribution. La source de secours est bien un élément-clé de la distribution d'énergie de haute qualité et l'utilisateur peut connaître à chaque instant le nombre de micro-coupures, la puissance consommée, le nombre d'onduleurs en fonctionnement ou l'intensité consommée par phase. L'utilisation des microprocesseurs permet aussi d'établir un dialogue permanent avec l'ordinateur alimenté : il existe de plus en plus entre l'onduleur et l'application informatique une liaison informatique en plus de la liaison électrique. Le système informatique peut alors, en fonction des informations reçues de l'onduleur (durée de coupure, charge, autonomie de la batterie, retour du secteur,...), déclencher des procédures automatiques (clôture de fichiers, arrêt de périphériques, séquence de redémarrage,...) ; tout cela, bien entendu, sans intervention de l'opérateur. Cela a nécessité une collaboration importante et permanente entre les constructeurs d'ASI et d'ordinateurs pour mettre au point des logiciels de communication adaptés aux très nombreux standards du marché. Dans bien des cas, l'onduleur est plus proche du périphérique informatique que de l'armoire électrique. Mais comment s'en étonner quand on sait que l'onduleur est de plus en plus souvent installé dans le bureau ou la salle informatique, près du système à alimenter.

_ Amélioration de fiabilité et de maintenabilité

Indéniablement, la fiabilité des matériels a connu une très forte amélioration ces dernières années par amélioration de la qualité et des performances des composants de puissance (transistors, thyristors), diminution du nombre de composants par intégration des fonctions (circuits intégrés, microprocesseurs, ASIC,...), maîtrise de schémas de plus en plus élaborés.

Toutefois, on ne peut jamais exclure un risque de panne. Dans cette situation, un diagnostic précis et un temps de réparation court prennent toute leur importance. Là aussi, les microprocesseurs apportent des avantages décisifs : diagnostic précis et identification du sous-ensemble en défaut, indication en clair à l'utilisateur des corrections à apporter y compris à distance par ligne téléphonique, Minitel ou système propre de diagnostic sur micro-ordinateur. Le télédiagnostic étant fait, la réparation doit être rapide : les fonctions les plus cruciales deviennent facilement démontables ou débouchables pour remplacer en quelques minutes un module.

2- REGLEMENTATION EUROPEENNE

Toutes les ASI mises sur le marché depuis le 1^{er} janvier 1977 doivent porter la marque CE et être conformes aux deux directives européennes applicables :

- Directive Basse tension 73/23/EEC
- Directive CEM 89/336/EEC (avec ses amendements)

Il n'est pas nécessaire pour une ASI d'être conforme à d'autres directives (produits de construction ou directive machines sauf si un contrat spécial l'exige).

2-1- NORMALISATION



Le CENELEC et l'IEC sont les organismes de normalisation reconnus, respectivement au niveau national, européen et également au niveau international.

Les normes européennes concernant les ASI constituent une référence au niveau national, européen et international, elles garantissent la conformité avec les directives du marquage CE.

2-1-1. SÉCURITÉ

La norme EN 50091-1-X prescrit les exigences de base en ce qui concerne la sécurité.

2-1-2. COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE

C'est la capacité des ASI à fonctionner sans être perturbées (immunité) et sans perturber (émission) les autres équipements par les émissions électromagnétiques véhiculées par les câbles électriques et émises par les enceintes. La norme EN 50091-2 constitue la référence, elle définit les procédures d'essais et les valeurs limites.

- ❑ Décharges électrostatiques IEC 61000-2-2
- ❑ Emission par rayonnement électromagnétique EN 50091-2
- ❑ Emission par conduction EN 50091-2
- ❑ Immunité aux champs électromagnétiques IEC 61000-2-3
- ❑ Immunité aux conductions
 - transitoires IEC 61000 -2-4
 - parasites IEC 61000 -2-5
 - signaux basse fréquence IEC 61000-4-1

2-1-3. FONCTIONNEMENT

Le document de référence est la norme expérimentale ENV50091-3. C'est un guide qui permet la bonne compréhension entre les constructeurs et les utilisateurs en ce qui concerne les caractéristiques et les méthodes de mesure.

2-1-4. AUTRES NORMES

D'autres normes concernent l'installation des ASI :

- ❑ HD 384/IEC 364-X-X installation électrique des bâtiments
- ❑ EN 60439/IEC439-1 interrupteurs à basse tension
- ❑ EN60529-1/IEC529 degré de protection procurés par les enceintes

Pour "l'installation des batteries " il est nécessaire de se référer aux réglementations nationales.

2-1-5. CERTIFICATION AUX SYSTÈMES DE QUALITÉ

Les constructeurs d'ASI peuvent adhérer à un Système de Qualité en ce qui concerne leur structure, leur organisation, les procédures, les méthodes et les ressources mises en oeuvre dans le but de gérer leur politique de qualité. La conformité avec la norme de référence UNI EN ISO 9000 est certifiée, elle est contrôlée en permanence par un tiers appartenant à un organisme accrédité. Il s'assure que le Système de Qualité est dirigé vers les clients, les utilisateurs finaux, les fournisseurs et les partenaires extérieurs à la société.

3- CHOIX D'UN ONDULEUR MONO/MONO OU TRI/MONO

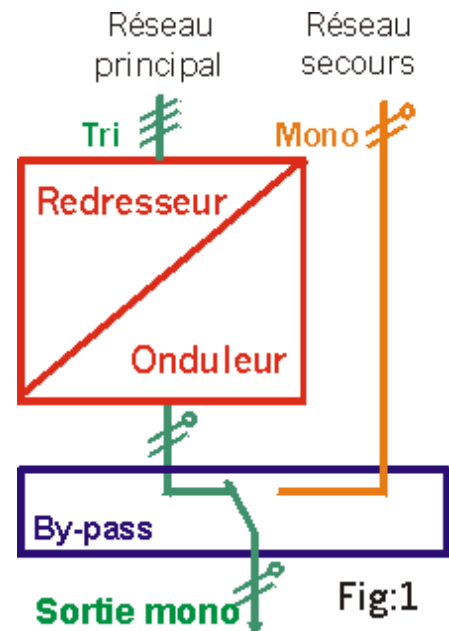
Au delà de 5KVA avec une sortie monophasée, vous allez avoir à choisir entre un onduleur tri/mono ou mono/mono. Pour vous aider à opter pour la bonne solution, il est important de connaître quelques principes.

Cas d'un onduleur tri/mono (figure 1)

L'onduleur tri/mono possède deux entrées: Une appelée réseau principal triphasé pour alimenter le redresseur. L'autre appelée réseau secours pour alimenter le by-pass. La sortie de cet onduleur est monophasée. En fonctionnement normal, le réseau principal triphasé alimente le redresseur. l'onduleur convertit le courant en monophasé pour la sortie. En cas de défaut de l'onduleur ou de surcharge temporaire, le by-pass connecte directement l'utilisation au réseau secours. Ceci implique que le réseau secours soit identique à la sortie qui est monophasée.

Installation/coût: Vous devez donc prévoir deux arrivées, une en tri pour le réseau principal et l'autre en mono pour le réseau secours d'où un surcoût d'installation.

Équilibrage: Ce type d'onduleur tri/mono engendre des problèmes d'équilibrage de courant. Supposons le cas d'un onduleur de 9KVA de puissance. En amont, il absorbera 3 x 3KVA par phase soit 9KVA. Les 3 phases sont donc équilibrées à 3 KVA. Si pour une raison de surcharge, de maintenance ou de défaut, l'onduleur transfère la charge sur le by-pass, toute la



puissance sera fournie par une phase (monophasée), ce qui entraînera une phase chargée à 9KVA et les deux autres à 0KVA, d'où un déséquilibre total.

Conclusion : Vous devez prévoir sur votre installation une phase qui puisse fournir 9 KVA et 2 lignes électriques, ce qui entraîne un surcoût.

Cas d'un onduleur mono/mono (figure 2)

L'onduleur mono/mono possède une entrée : Elle est appelée réseau principal, en général elle se sépare en deux pour alimenter le redresseur et le by-pass. La sortie de cette onduleur est monophasée. En fonctionnement normal, le réseau principal monophasé alimente le redresseur, l'onduleur fournit une tension monophasée en sortie. En cas de défaut de l'onduleur ou de surcharge temporaire, le by-pass connecte directement l'utilisation au réseau principal.

Installation /coût : Une seule arrivée en monophasé pour le réseau principal suffit, ainsi les coûts sont limités.

Équilibrage : Il suffit de choisir une bonne fois pour toute au moment de la mise en service, la phase la moins chargée dans l'établissement, ainsi quelque soit le mode de fonctionnement de l'onduleur, (fonctionnement normal ou sur by-pass) votre installation électrique gardera toujours le même équilibrage en courant.

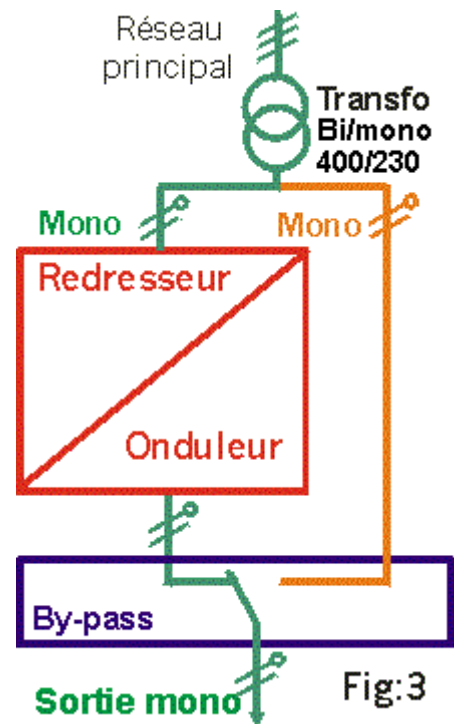
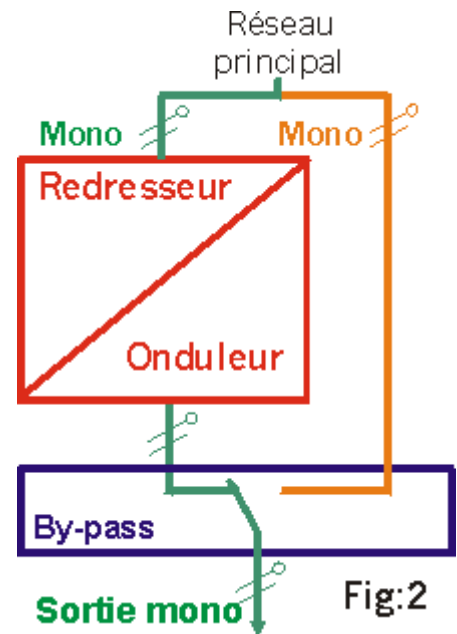
Conclusion: Vous réduisez les coûts car vous n'avez besoin que d'une ligne électrique en amont. Par contre toute la puissance de l'onduleur est fournie par une seule phase ce qui peut être gênant si votre abonnement EDF est limité en puissance. Il est à noter que le problème est identique dans le cas de l'onduleur tri/mono.

Solution idéale (figure 3)

On voit donc apparaître que la meilleure solution est l'onduleur mono/mono. L'idéal serait donc l'onduleur mono/mono avec un dispositif en amont qui absorbe le courant sur plusieurs phases. Ce dispositif est un transformateur bi/mono qui va permettre d'alimenter l'onduleur en tension monophasée 230V alors que la puissance absorbée est sous 400V biphasée. La puissance absorbée pourra maintenant être différente sur les trois phases.

4- TOPOLOGIES DES ASI

Différentes ASI ont été développées pour satisfaire les besoins des utilisateurs en continuité et qualité de tension, pour différents types de charges et pour une large gamme de puissance allant de quelques centaines de watts à plusieurs mégawatts. La classification qui suit est contenue dans la norme européenne EN62040-3 qui définit des configurations d'ASI par leurs performances.



CODE DE CLASSIFICATION

Il existe trois codes définissant les configurations les plus courantes :

- **VFI (Voltage Frequency Independent)** : (Tension et fréquence de sortie sont indépendantes du réseau d'alimentation) pour lequel la sortie de l'ASI est indépendante du réseau de l'alimentation. Les variations de tension et de fréquence restent dans les limites de la norme EN61000-2-2. Ainsi conçu, ce type d'appareil peut fonctionner en convertisseur de puissance.
- **VFD (Voltage Frequency Dependent)** : (Tension et fréquence de sortie dépendent du réseau d'alimentation) pour lequel la sortie de l'ASI est dépendante des variations de tension et fréquence du réseau.
- **VI (Voltage Independent)** : (Tension de sortie indépendante du réseau) pour lequel la sortie de l'ASI est dépendante des variations de fréquence du réseau, mais qui assure une régulation des variations de tension par un dispositif de régulation électronique ou passif en fonctionnement normal.

NOTE : La norme EN61000-2-2 définit les niveaux normaux d'harmoniques et de distorsion que l'on peut rencontrer sur le réseau public BT aux bornes d'alimentation de l'utilisateur avant raccordement d'un équipement donné. La norme EN62040-3 décrit les principales fonctions d'une ASI. La fonction de base d'une ASI est d'alimenter en permanence une charge et peut être réalisé avec différentes architectures et différents modes de fonctionnement. Les caractéristiques de ces topologies sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

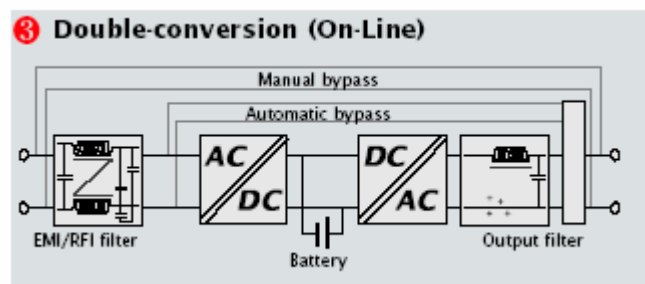
4-1- ASI FONCTIONNANT EN DOUBLE CONVERSION

En mode normal de fonctionnement, la charge est alimentée en permanence par la combinaison convertisseur/onduleur fonctionnant en mode double conversion soit c.a / c.c et c.c / c.a. Lorsque l'entrée c.a (courant alternatif) est hors tolérances prédéfinies de l'ASI, celle-ci commence à fonctionner en mode énergie stockée pendant lequel la combinaison batterie / onduleur continue à alimenter la charge pendant la durée du temps d'autonomie ou jusqu'à ce que l'entrée c.a revienne dans les tolérances prédéfinies pour l'ASI.

NOTE :

Ce type est souvent désigné comme une « ASI on-line », indiquant que la charge est toujours alimentée par le convertisseur, quelles que soient les conditions de la tension d'alimentation.

Ce terme « on-line » signifiant également « connecté au réseau », ce terme devrait être évité pour prévenir toute confusion et le terme ci-dessus être seul utilisé.



4-2. ASI FONCTIONNANT EN DOUBLE CONVERSION AVEC BYPASS

La continuité d'alimentation de la charge peut être améliorée par activation d'un bypass à l'aide d'un interrupteur de transfert dans les cas suivants :

- a) Défaut de l'ASI
- b) Transitoire de courant de la charge (courant d'appel en courant d'élimination des défauts)
- c) Surcharge

4-3. ASI FONCTIONNANT EN INTERACTION AVEC LE RESEAU

En mode de fonctionnement normal, la charge est alimentée en tension régulée par une connexion parallèle entre le réseau alternatif et l'onduleur de l'ASI. Cet onduleur est opérationnel pour délivrer une tension de sortie régulée et / ou assurer la recharge de la batterie. La fréquence de sortie est alors dépendante de la fréquence d'entrée du réseau.

Lorsque la tension d'entrée c.a est hors des tolérances prédéfinies de l'ASI, l'onduleur et la batterie maintiennent la continuité d'alimentation de la charge en mode de fonctionnement «énergie stockée» et un interrupteur isole l'entrée c.a pour éviter tout courant de retour venant du convertisseur.

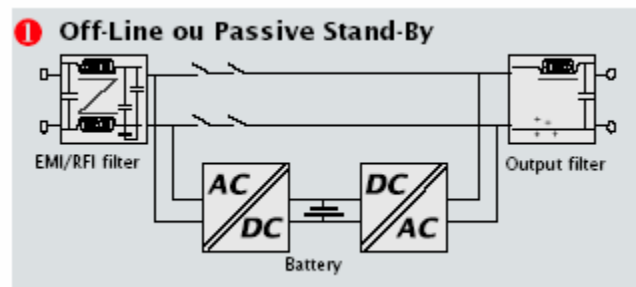
L'appareil fonctionne en mode « énergie stockée » pendant la durée permise par la charge de la batterie ou jusqu'à ce que la tension d'alimentation c.a revienne dans les tolérances prédéfinies pour l'ASI.

4-4. ASI FONCTIONNANT EN ATTENTE PASSIVE

En mode de fonctionnement normal, la charge est alimentée par le réseau d'alimentation c.a primaire. Des dispositifs additionnels peuvent être incorporés pour assurer un conditionnement de la tension, par exemple un transformateur ferro-résonnant ou un transformateur à changement de prise automatique. La fréquence de sortie est dépendante de la fréquence d'entrée. Lorsque la tension alternative d'alimentation est hors tolérances prédéfinies de l'ASI, celle-ci passe en mode « énergie stockée ». L'onduleur est alors activé et la charge transférée sur le convertisseur, directement ou via un interrupteur d'ASI qui peut être électronique ou électromécanique. L'ensemble batteries / convertisseur assure la continuité d'alimentation de la charge pendant la durée de l'autonomie de la batterie ou jusqu'à ce que la tension alternative d'entrée revienne dans les tolérances prédéfinies, ce qui entraîne le transfert en retour de la charge sur le secteur.

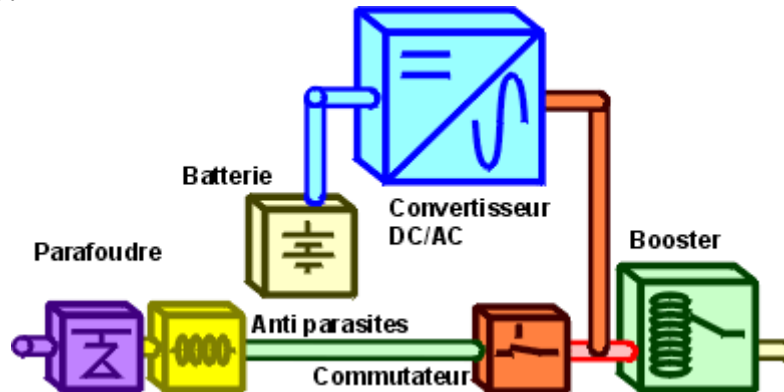
NOTE

Ce type d'ASI est souvent désigné comme une ASI « Off-line », ce qui signifie que l'énergie régulée électroniquement n'alimente la charge que lorsque la tension alternative du réseau est hors tolérance. Le terme « off-line » signifie également « non connecté au réseau » alors qu'en fait la charge est alimentée prioritairement par le réseau en mode de fonctionnement normal. Pour éviter toute confusion dans le fonctionnement, ce terme devrait être évité et la dénomination ci-dessus utilisée.



4-5. TECHNOLOGIE IN-LINE OU LINE-INTERACTIVE

Cet onduleur est appelé "In-line ou line interactif" car il est en interaction permanente avec le réseau.



Lorsque le réseau est présent, ce dernier est transmis à l'ordinateur par le commutateur de transfert à travers un anti-foudre et un anti-parasites. Ces deux sous ensembles permettent d'épurer le courant. Le booster est un dispositif qui régule la tension du réseau, ainsi il est possible de supporter des variations de courant brut très importantes sans utiliser les réserves des batteries. La batterie est rechargée par l'onduleur qui fonctionne en sens inverse. L'onduleur est à l'arrêt, il se met en route lorsque le courant brut disparaît, au retour il recharge la batterie. Le microprocesseur de l'onduleur scrute le réseau en permanence, dès que ce dernier sort d'une fenêtre de tolérance, un ordre de démarrage est transmis à l'onduleur qui va convertir le courant continu de la batterie en courant sinusoïdal pendant le temps de l'autonomie. Le microprocesseur de l'onduleur agit également sur le booster lorsque la tension d'entrée est trop faible ou trop haute pour la ramener dans une valeur tolérée par l'ordinateur.

Les "Plus" de la technologie :

- Faible consommation électrique. (l'onduleur est à l'arrêt)
- Prix très avantageux. Convient pour les ordinateurs en réseau
- Reproduit une onde sinusoïdale pour les hauts de gamme uniquement
- Protection contre la foudre (Conforme aux normes Ansi A&B et IEEE)

Les "Moins" de la technologie :

- Temps de basculement. (Il y a une interruption de courant de 4 à 20 ms lors de la disparition du secteur).
- Doit être installé à côté de l'ordinateur. (Ne convient pas pour les ordinateurs alimentés par un grand réseau électrique dédié).

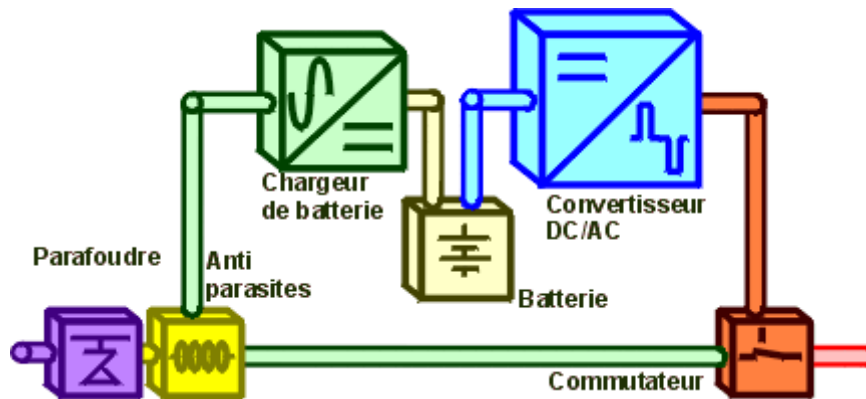
Cette technologie protège contre :

- Les coupures et les micro-coupures,
- Les surtensions
- Les creux de tension, Les parasites,
- La foudre (uniquement certains onduleurs tels que APC et Best)

Cette technologie ne protège pas contre : Les variations de fréquence

4-6. TECHNOLOGIE OFF-LINE

Cet onduleur est appelé "off-line" car il est à l'arrêt lorsque le réseau est présent, et il se met en route lorsque ce dernier disparaît.



Lorsque le réseau est présent, il est transmis à l'ordinateur par le commutateur de transfert à travers un anti-foudre et un anti-parasites qui permettent d'épurer le courant. Le chargeur est prévu pour recharger la batterie après une décharge. Le convertisseur est à l'arrêt, il se met en route lorsque le courant brut disparaît.

Lorsque le réseau est absent, le convertisseur DC/AC puise l'énergie électrique dans la batterie et le transmet à l'équipement sensible.

Les "Plus" de la technologie :

- Faible consommation électrique. (l'onduleur est à l'arrêt),
- Prix très avantageux

Les "Moins" de la technologie :

- Temps de basculement. (Il y a une interruption de courant de 4 à 20 ms lors de la disparition du secteur).
- Onde pseudo sinusoïdale. (Toutes les alimentations ne tolèrent pas ce type de signal)
- Doit être installé à coté de l'ordinateur. (Ne convient pas pour les ordinateurs en réseau)

Cette technologie protège contre

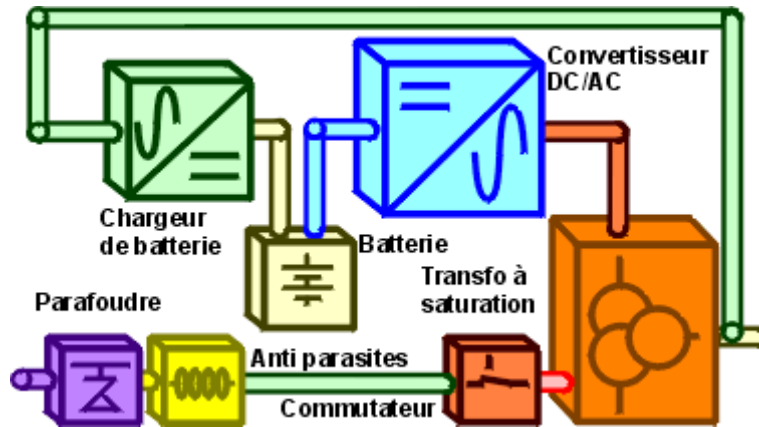
- Les coupures et les micro-coupures
- Les parasites
- La foudre (uniquement certains onduleurs)

Cette technologie ne protège pas contre

- Les variations de tension
- Les variations de fréquence

4-7. TECHNOLOGIE ON-LINE MONO-CONVERSION

Cet onduleur est appelé "on-line mono-conversion" car il a les mêmes caractéristiques qu'un on-line (pas de coupure en sortie), tout en ayant l'onduleur à l'arrêt. Il allie les performances de l'on-line double conversion avec celle de l'off-line.



Lorsque le réseau est présent, ce dernier est transmis à l'ordinateur par le commutateur de transfert à travers un transformateur à saturation. Le transformateur à saturation isole le réseau brut de l'ordinateur, régule la tension de sortie, filtre les parasites et écrête les surtensions induites par la foudre. Il assure également une réserve d'énergie de 12 ms entre la disparition du réseau et le démarrage de l'onduleur. C'est le cœur de l'onduleur. La batterie est rechargée par un petit chargeur alimenté par le transfo à saturation. L'onduleur est à l'arrêt, il se met en route lorsque le courant brut disparaît, le temps de mise en route est compensé par l'énergie emmagasinée dans le transfo, ce qui permet de ne pas avoir de coupure en sortie. Le microprocesseur de l'onduleur scrute le réseau en permanence toute les 0,5 ms, dès que ce dernier sort d'une fenêtre de tolérance pendant plus de 3 ms, un ordre de démarrage est transmis à l'onduleur qui va convertir le courant continu de la batterie en courant sinusoïdal pendant le temps de l'autonomie. Le temps de détection et de démarrage de l'onduleur est compensé par l'énergie accumulée dans le transformateur à saturation.

Les "Plus" de la technologie

- Onduleur sans coupure
- Faible consommation électrique. (l'onduleur est à l'arrêt)
- Prix très avantageux
- Convient pour les ordinateurs en réseau
- Reproduit une onde sinusoïdale.
- Protection contre la foudre (**Conforme aux normes Ansi A&B et IEEE**)
- Robustesse (**On passe à travers le transfo 99% du temps**)

Les "Moins" de la technologie

- Onduleur plus volumineux par la présence du transfo.
- Niveau de bruit plus important.

Cette technologie protège contre

- Les coupures et les micro-coupures
- Les surtensions
- Les creux de tension et de fréquence
- Les parasites
- La foudre (**uniquement certains onduleurs**)

Cette technologie ne protège pas contre

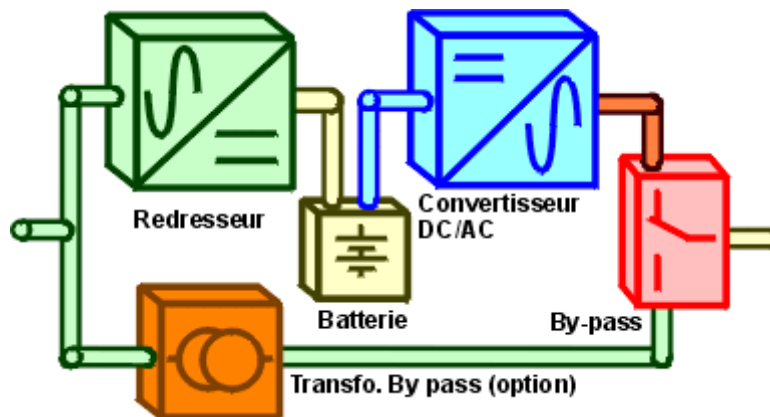
- Ces onduleurs protègent contre toutes les perturbations provenant du réseau.

4-8. TECHNOLOGIE ON-LINE DOUBLE-CONVERSION

Cette technologie est appelée double conversion car le courant fourni par le réseau brut est converti deux fois avant d'alimenter l'ordinateur:

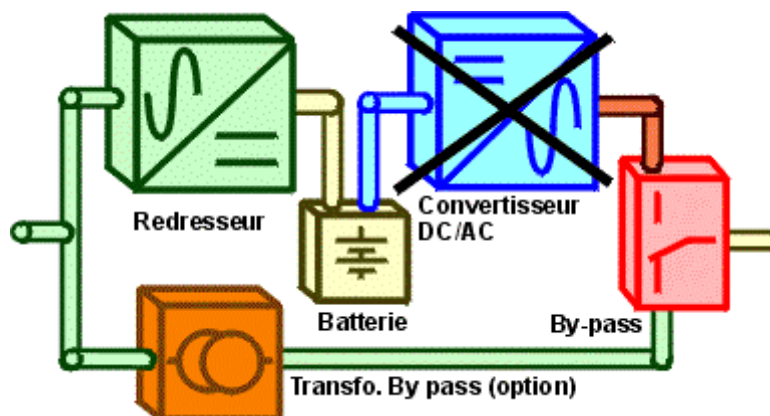
Une première fois en courant continu par le redresseur.

Une deuxième fois en courant alternatif par l'onduleur.



Le redresseur convertit le courant alternatif en courant continu pour recharger la batterie. L'onduleur convertit le courant continu de la batterie ou du redresseur en courant alternatif de haute qualité et sans coupure pour l'ordinateur. En cas de coupure de courant, c'est la batterie qui délivre l'énergie à l'onduleur.

Le by-pass permet de transférer l'alimentation de l'ordinateur vers le réseau en cas de surcharge ou en cas de panne de l'onduleur. Dès que le courant brut disparaît, la batterie qui est en tampon continue à alimenter l'onduleur pendant le temps de l'autonomie.



Le by-pass est un système de secours qui permet en cas de panne de l'onduleur ou en cas de surcharge de transférer l'alimentation de l'ordinateur vers le réseau brut. Le transfo permet d'isoler l'ordinateur du réseau brut et ainsi d'avoir une protection minimale.

Les "Plus" de la technologie

Onduleur sans coupure

Convient pour les ordinateurs en réseau

Reproduit une onde sinusoïdale.

Les "Moins" de la technologie

Consommation électrique plus importante (**Rendement moyen, car on convertit deux fois le courant**)

Fonctionnement permanent (**même lorsque le réseau est présent**)

Cette technologie protège contre

Les coupures et les micro-coupures

Les surtensions, la foudre selon les constructeurs. Tous nos onduleurs de cette technologie intègrent une protection foudre

Les creux de tension

Les variations de fréquence

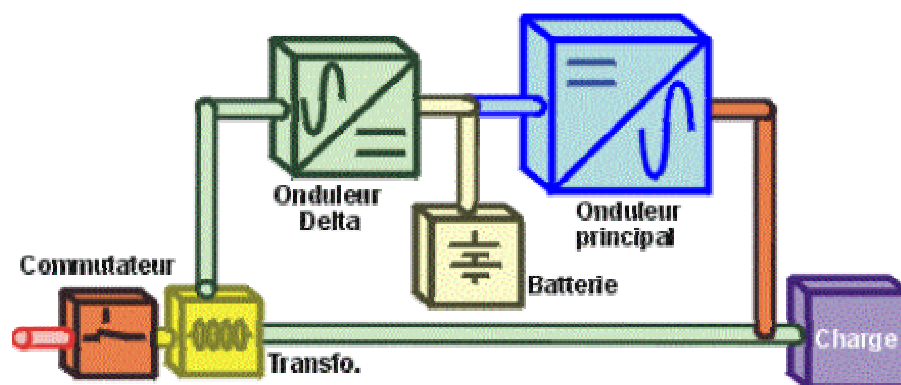
Les parasites

Cette technologie ne protège pas contre

Vous êtes protégés contre tout. (Vérifiez pour la foudre selon la marque)

4-9. TECHNOLOGIE DELTA CONVERSION

Cet onduleur est appelé "delta conversion" car il insère un onduleur delta entre le réseau brut, la batterie et l'onduleur principal. Cet onduleur joue un rôle de compensateur (delta).



Lorsque le réseau est présent, la charge est alimentée directement par le commutateur. L'onduleur delta scrute la tension amont et compense les variations du secteur pour avoir une tension de sortie régulée. L'onduleur principal fonctionne en mode chargeur pour maintenir la batterie chargée. Lorsque le réseau est absent, le convertisseur DC/AC puise l'énergie électrique dans la batterie et la transmet à l'équipement sensible.

Cette technologie protège contre

Les coupures et les micro-coupures

Les parasites

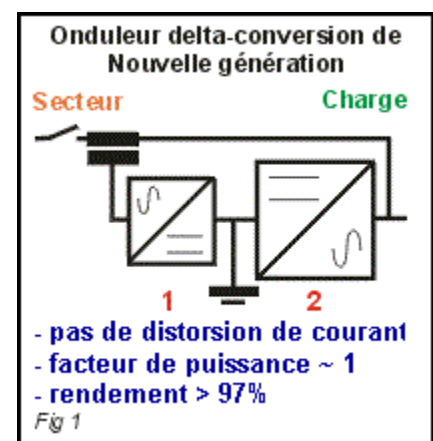
La foudre

Les variations de tension

Les variations de fréquence

Principe de la technologie «Delta Conversion».

La recherche continue de l'évolution des produits associée à l'arrivée des nouvelles technologies ont conduit à la nouvelle génération d'onduleurs utilisant le principe de la «Delta Conversion»..



Cette technologie élimine les inconvénients dus à la technique mono conversion et s'approche de la solution idéale.

Comme on peut le voir sur la figure n°1 :

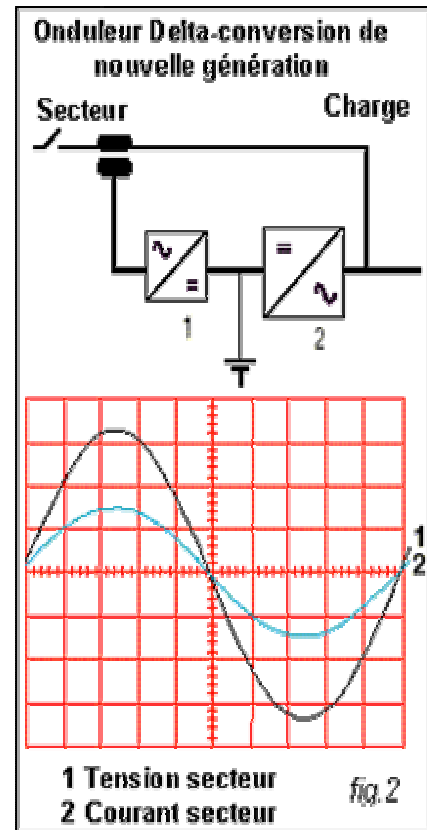
Cette solution utilise deux convertisseurs alimentés par une batterie commune.

L'onduleur n° 1 est dimensionné à 20% de la puissance de sortie de l'onduleur, et il est connecté via un transformateur en série avec le réseau alimentant la charge.

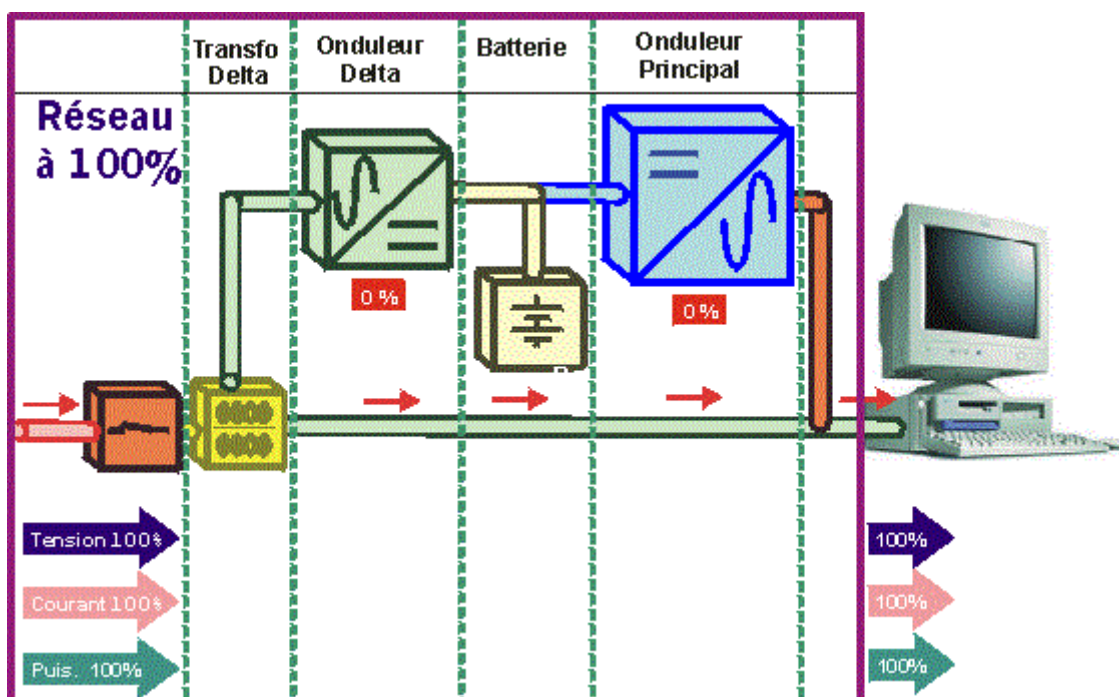
L'onduleur n° 2 est prévu pour fournir la puissance nominale prévue et joue le même rôle que l'onduleur de la simple conversion. Les 2 onduleurs fonctionnent en mode «quatre quadrants» donc réversibles. L'onduleur n° 2 assure la stabilité de l'amplitude de la tension de sortie fournie à la charge, régulée avec précision quel que soit le mode de fonctionnement, sur batterie, sur secteur ou même lors de transitoires secteur.

L'onduleur n° 1 appelé onduleur Delta, masque toute différence d'amplitude de tension entre la sortie de l'onduleur et la tension d'entrée secteur. L'onduleur Delta corrige également le facteur de puissance d'entrée en le ramenant à l'unité utilisant un courant de forme sinusoïdale et en phase avec la tension d'entrée secteur. En outre, l'onduleur Delta contrôle la charge de la batterie. L'interrupteur secteur empêche la ré-injection de l'énergie produite par l'onduleur sur le réseau amont lors de la disparition de la tension secteur.

La Figure 2 montre le «cœur» de l'onduleur de type Delta Conversion, on peut constater qu'il n'y a aucune distorsion appliquée au courant et à la tension, que tension et courant sont en phase, et que le facteur de puissance est égal à 1.



Étude du rendement



Mais qu'en est-il des pertes, puisque nous avons également 2 onduleurs ?

Les pertes sont négligeables, considérons les différents cas de figure de circulation des flux pour les modes de travail normaux, leurs amplitudes et leurs sens.

La figure ci-dessus illustre le fonctionnement nominal, il n'existe pas de différence entre la tension d'entrée et de sortie, les batteries sont totalement chargées, la charge est de 100%.

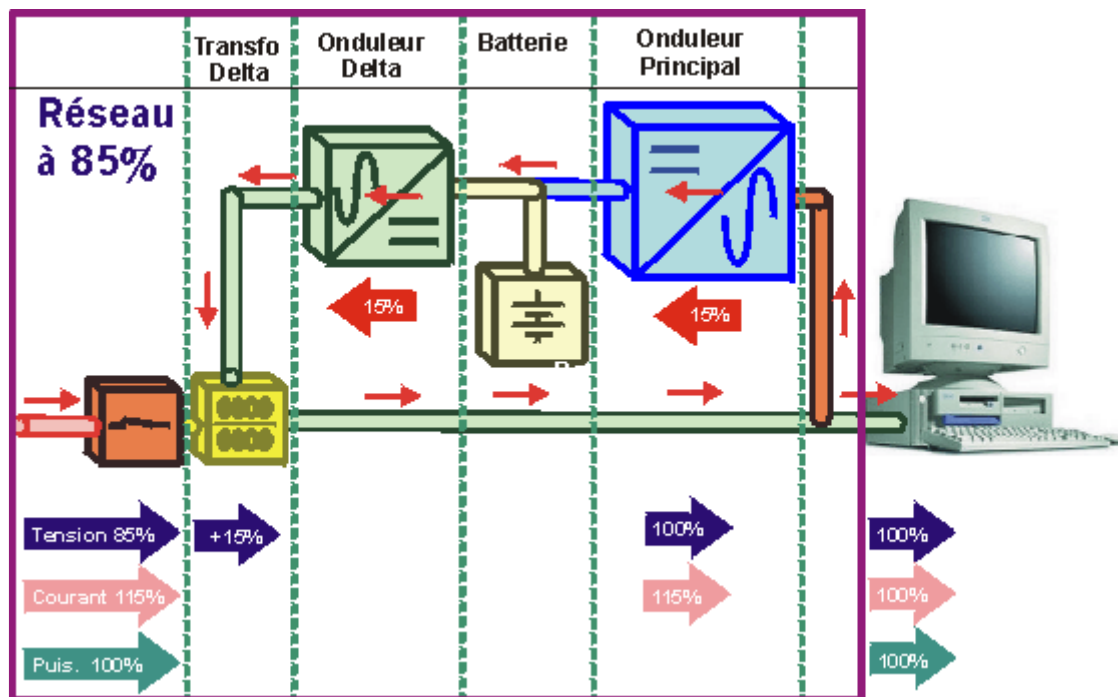
L'onduleur Delta ne supporte que le courant d'entrée du réseau, qui dans ce cas est égal au courant circulant dans la charge (supposée linéaire et résistive).

Comme la «tension Delta» aux bornes du transformateur est nulle, il s'ensuit que la consommation en entrée ou en sortie de cet onduleur Delta est également nulle. L'onduleur principal est au repos car sa tension de sortie régulée est exactement égale à la tension d'entrée du réseau. Ainsi dans ce cas idéal, toute la puissance fournie à l'entrée se trouve intégralement appliquée à la charge, il n'y a pas de conversion, donc pas de perte.

En réalité, il y a de faibles pertes dues au circuit de puissance en repos, aux composants magnétiques et aux ventilateurs. En cas de charge non résistive possédant une composante réactive ou harmonique, les courants réactifs ou harmoniques sont fournis par l'onduleur principal car ils ne peuvent être extraits du réseau, (ceci est du ressort de l'onduleur Delta, qui gère le courant d'entrée réseau).

De tels courants réactifs ou harmoniques augmenteront légèrement les pertes totales, mais le rendement global est exceptionnellement élevé.

Fonctionnement en baisse de tension (U nominal -15%)

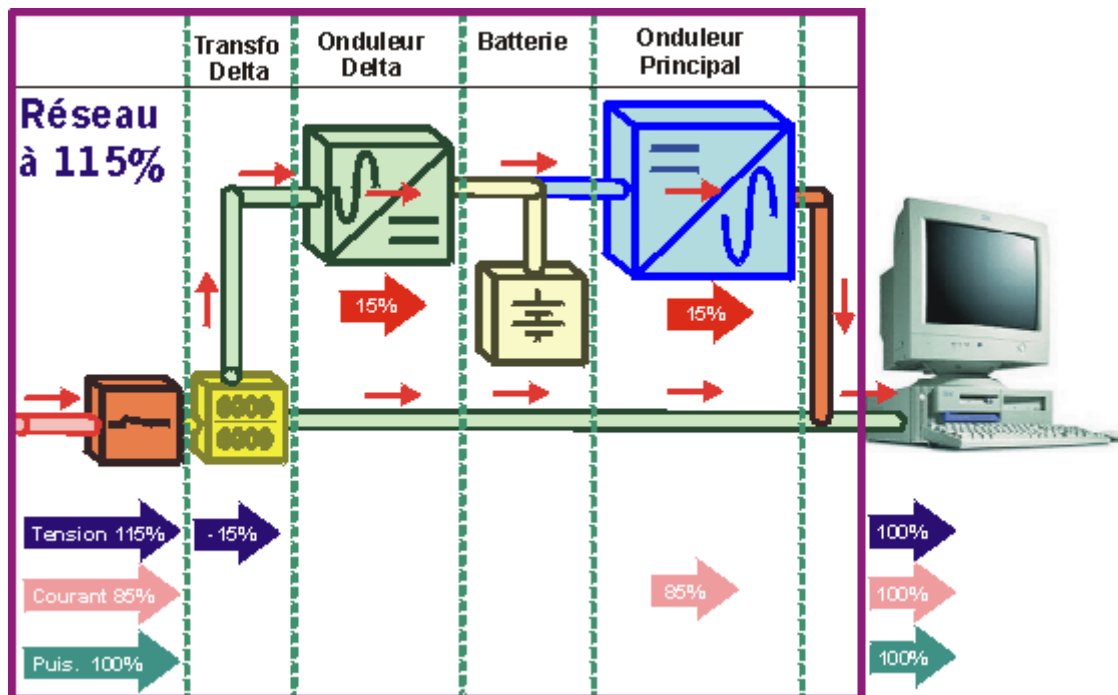


La Figure ci-dessus montre un cas de fonctionnement intéressant : nous avons une tension d'entrée inférieure à la nominale (sous-tension de 15% dans ce cas). Comme la tension de sortie doit rester stable et régulée à $\pm 1\%$, c'est l'onduleur Delta via son transformateur qui doit ajouter 15% de plus à la tension d'entrée réseau. D'où provient cette valeur additionnelle?

Le courant augmentant de 15% il est tout simplement prélevé à la sortie de l'onduleur principal ; Il est converti en courant continu et transformé en courant alternatif par le convertisseur Delta vers le transformateur sommateur.

La grande différence avec la «double conversion» classique réside dans le fait que c'est seulement la différence entre la tension d'entrée et de sortie qui est convertie. De sorte que, si par exemple nous évaluons les pertes totales dans un onduleur traditionnel à «double conversion» à 10%, et que nous supposons que les 2 onduleurs ont le même rendement, alors les pertes totales (dans le cas d'une tension à - 15% par rapport à la tension nominale) ne seront que de : $0,15 \times 10\% = 1,5\%$ puisque seulement 15 % de la puissance totale est convertie. A - 10% de U nominale, les pertes seraient de : $0,10 \times 10 = 1\%$ et ainsi de suite...

Fonctionnement en surtension (U nominal +15%)



La Figure ci-dessus illustre le cas d'une forte tension secteur. L'onduleur Delta doit absorber 15% de la tension d'entrée afin de compenser le déséquilibre. Dans ce cas, 15 % de la puissance est routée via l'onduleur Delta, vers le réseau à courant continu (batterie) et finalement par l'onduleur principal vers la charge. De nouveau, il s'agit d'un processus de «double conversion» dans lequel les mêmes considérations que celles exposées à la Figure n° 4 s'appliquent.

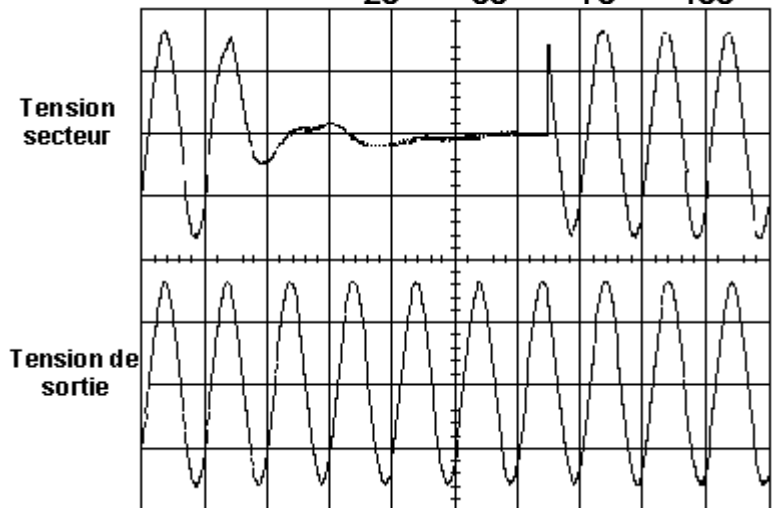
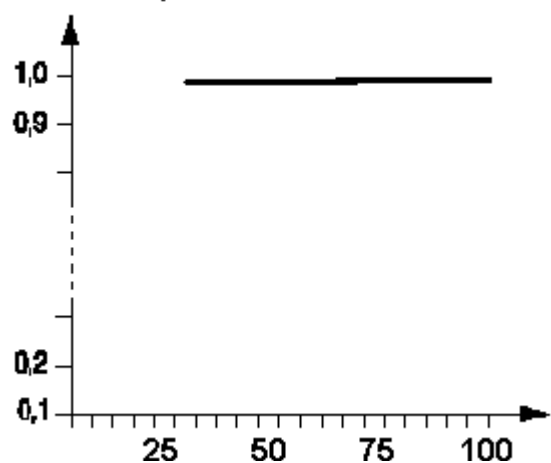
Il est évident que le rendement est élevé, la courbe est plate et virtuellement indépendante de la tension d'entrée du secteur. Ceci signifie de faibles pertes, même dans des conditions non optimales.

La Figure ci-contre montre le facteur de puissance d'entrée dans les mêmes conditions que celles de la Figure précédente.

De nouveau, nous remarquons un facteur de puissance d'entrée extrêmement élevé de l'ordre $> 0,99$ dans une très grande plage de fonctionnement.

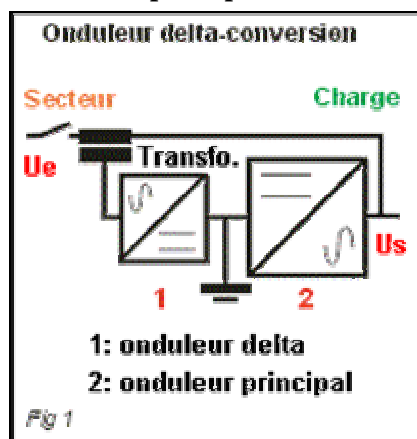
La Figure ci-contre à pour but d'éviter toute mauvaise interprétation du genre «ce type d'onduleur est-il ou non on-line». On affiche la tension de sortie pendant des transitoires sur la tension d'entrée et le retour à la normale. Comme on peut le constater, la tension de sortie n'est aucunement affectée par de telles perturbations, prouvant sa réalité on-line.

Facteur de puissance en entrée



Principe de fonctionnement de la technologie "delta conversion"

Schéma de principe



La technologie «Delta Conversion» est basée sur le principe d'un régulateur électronique dynamique intercalé entre le réseau brut et l'équipement à protéger.

Le régulateur électronique s'insère sur la ligne par l'intermédiaire d'un transformateur dont la tension est créée et pilotée par l'onduleur (N°1) delta.

La tension générée par l'onduleur (N°1) delta va venir s'ajouter ou se soustraire à la tension brute U_e du réseau pour délivrer une tension de sortie U_s stable. L'énergie est fournie par l'onduleur (N°2) principal

Étude des différents cas de variation de tension et de la correction du facteur de puissance

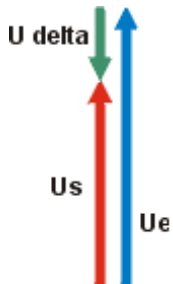
Cas d'une sous tension (U nominal -15%)

La tension U_s de sortie appliquée à la charge est composée de la tension U_e (85% de la valeur nominale) à laquelle vient s'ajouter la tension ($U_{\text{delta}} +15\%$).



Cas d'une surtension (U nominal +15%)

La tension U_s de sortie appliquée à la charge est composée de la tension U_e (115% de la valeur nominale) à laquelle vient se soustraire la tension ($U_{\text{delta}} -15\%$).



La technologie delta conversion permet d'avoir un facteur de puissance proche de 1.

Pour avoir ce résultat, l'onduleur delta déphase la tension delta (U_{delta}) pour corriger la tension U_e de sorte que la tension U_s soit remise en phase. Ainsi, le déphasage du courant et de la tension est nul.



5- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

5.1 PUISSANCE DE L'ASI

La connaissance des paramètres suivants a un rôle déterminant dans le dimensionnement de la puissance de l'ASI.

5.1.1 PUISSANCE APPARENTE (VA ou kVA)

Elle est définie par la formule :

$S = U \times I$ pour les utilisations monophasées

$S = (U_{L1} \times I_{L1}) + (U_{L2} \times I_{L2}) + (U_{L3} \times I_{L3})$ pour les utilisations triphasées

Où U est la tension, I est le courant absorbé par les utilisations dans des conditions normales (EN50091-1-X)

Cette information figure généralement sur les documents joints aux équipements et/ou sur les plaques de firme, il est cependant possible que cette valeur soit surdimensionnée. La puissance nominale apparente d'une ASI est spécifiée en VA ou kVA avec FP (Facteur de Puissance) lié au courant non sinusoïdal prélevé par les utilisations.

5.1.2 PUISSANCE ACTIVE (W OU kW)

Elle est définie par la formule : $P = S \times FP$

Où FP est le Facteur de Puissance

La valeur de P ou celle de FP des utilisations n'est généralement pas indiquée, le dimensionnement de l'ASI exige dans ce cas d'effectuer la mesure de P absorbé par les

utilisations. L'expérience montre que les utilisations typiquement constituées par du matériel informatique ont un FP compris entre 0.65 et 0.8.

5.1.3 FACTEUR DE CRÊTE

Une utilisation de type “charge linéaire” absorbe un courant de forme sinusoïdale caractérisé par une valeur efficace (I_{RMS} habituellement mesuré et indiqué) et une valeur maximale (I_{pk}).

Le Facteur de Crête est défini comme $FC = I_{pk} + I_{RMS}$

La valeur normale pour un courant linéaire est $FC = 1,414$.

La plupart des utilisations alimentées par les ASI sont de type charges non-linéaires : elles absorbent un courant déformé avec une valeur de FC plus grande que 1,414, elles imposent à l'onduleur des pics de courant. De ce fait, elles risquent de conduire à une altération de la sinusoïde de tension de sortie de l'onduleur. La valeur du Facteur de Crête (FC) n'est pratiquement jamais indiquée et il peut être nécessaire de la mesurer. La norme EN50991-1-X, § M15, considère comme charge typique non-linéaire une utilisation possédant un $FC = 3$, cette valeur est utilisée pour réaliser les essais des ASI. Cette valeur peut être retenue en absence d'autres données.

5.1.4 SURCHARGE

Les surcharges sont des demandes (en général temporaires) de puissance qui excèdent la valeur normale (nominale) et qui sont provoquées par les équipements utilisateurs.

5.1.5 PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT

Dans le dimensionnement d'une ASI, les conditions d'exploitation suivantes doivent être prises en compte :

S : Puissance nominale apparente d'une ASI. Elle doit être égale ou plus grande que la somme totale des puissances S des utilisations.

P : Puissance nominale active d'une ASI. Elle doit être égale ou plus grande que la somme totale des puissances P des utilisations.

FC : Il est nécessaire de vérifier que l'ASI est dimensionnée pour alimenter des charges non-linéaires avec FC (facteur de crête) égal à ou supérieur au FC de l'ensemble des utilisations et que l'altération provoquée sur la sinusoïde de tension en sortie de l'onduleur est compatible avec les utilisations alimentées.

Surcharge : Il est nécessaire d'évaluer quantitativement les risques de surcharge et de contrôler que l'ASI peut les supporter, en tenant compte de la capacité de surcharge de l'onduleur. Si les utilisations provoquent une surcharge plus importante ou de durée plus longue que celle admise par l'ASI, deux solutions sont possibles :

- Choisir une ASI de puissance supérieure,
- Accepter que durant le temps de la surcharge les utilisations soient alimentées directement à partir du réseau par le commutateur automatique (by-pass).

NOTE : Lors du fonctionnement sur by-pass, si le réseau disparaît ou est hors tolérances, les utilisations ne seront plus alimentées. Pour éviter les surcharges lors du démarrage des utilisations il est conseillé de les mettre en service progressivement.

Température d'exploitation : Si la température ambiante est plus élevée que celle préconisée par le constructeur, la puissance nominale de l'ASI peut être déclassée selon les données du fabriquant.

AVERTISSEMENT

Le choix de la puissance de l'ASI doit être effectué en tenant compte de la température d'exploitation indiquée par les différents constructeurs d'ASI.

5.1.6 EVOLUTION

Après détermination de la puissance de l'ASI, il peut être conseillé d'augmenter celle-ci afin de prévoir l'évolution de la puissance des équipements à alimenter. En général une réserve de puissance de 30 % peut être considérée comme normale.

5.2 RENDEMENT

Le rendement (R) est le rapport entre la puissance utile (P_U) délivrée par l'ASI et la puissance absorbée (P_A) en entrée de l'ASI : $R = P_U / P_A$

Durant le fonctionnement de l'ASI, l'énergie dissipée, principalement sous forme de chaleur, représente un coût d'énergie supplémentaire. Il peut être nécessaire, particulièrement pour les ASI de moyennes et grandes puissances (60 kVA et au dessus) de climatiser l'environnement, ce qui entraîne une consommation supplémentaire d'énergie.

Coût annuel de la puissance électrique dissipée pour une utilisation donnée :

$$\text{Coût d'Énergie} = P_U \times (1R - 1) \times H \times c$$

Où

P_U Est la puissance utile (kW) délivrée par l'ASI aux utilisations.

R Est le rendement de l'ASI au niveau de charge (taux d'utilisation) et donc pas nécessairement un rendement identique à celui à puissance nominale.

H Est le nombre d'heures de fonctionnement, par an, à ce niveau de charge,

C Est le coût unitaire de l'énergie électrique par kWh.

Si on souhaite tenir compte de la climatisation, le résultat obtenu doit être multiplié par un facteur de 1.3.

5.3 HARMONIQUES DE COURANT EN ENTRÉE

Selon la technologie utilisée par le redresseur incorporé dans l'ASI, celui-ci peut absorber un courant non sinusoïdal contenant des harmoniques, qui sont les multiples de la fréquence nominale (50 Hz).

5.4 NIVEAU SONORE

L'installation d'une ASI ne doit pas modifier les conditions de vie dans son environnement. Il faut prendre en compte que le niveau sonore acceptable, mesuré conformément à la norme ISO 3746, doit être de :

- 52 dBA dans un bureau
- 60 dBA dans un local informatique,
- 65/75dBA dans un local technique électrique.

5.5 DIMENSIONS ET FACILITE DE MAINTENANCE

Dimensions réduites et compacité signifient :

- réduction de la surface nécessaire pour réaliser l'installation, un critère qui est d'autant plus important que suivant le lieu, le coût par mètre carré de surface technique est élevé.
- facilité et diminution des coûts de transport et de manutention.

Une installation adéquate facilite les interventions de maintenance même lorsqu'il s'agit d'ASI de petites puissances.

5.6 DEGRÉ DE PROTECTION

Il est défini par la norme EN 60529 « Degrés de protection procurés par les enveloppes » (le code IP) contre l'accès aux parties dangereuses et contre l'introduction d'objets étrangers (caractérisé par le premier chiffre et la lettre complémentaire facultative) et contre la pénétration des liquides (caractérisé par le deuxième chiffre et la lettre complémentaire facultative)

- « 0 » Pas de protection contre les liquides
- « 2 » Protection contre les contacts directs
- « P » Protection
- « I » International

5.7 PARAMÈTRES DE FIABILITÉ

5.7.1 MTBF

Le MTBF (Mean Time Between Failure : Temps moyen entre deux pannes) est un paramètre pour évaluer la fiabilité de l'ASI. Il représente l'estimation du temps de fonctionnement satisfaisant de l'ASI entre deux pannes. Le MTBF dépend de divers facteurs comme les conditions météorologiques auxquelles l'équipement est soumis, l'altitude, la fiabilité des composants utilisés et leur taux d'utilisation, les particularités de conception et le niveau de redondance (dans les systèmes en parallèle).

5.7.2 MTTR

Le MTTR (Mean Time To Repair : le Temps Moyen Pour Réparer) est un paramètre pour évaluer la facilité de réparation d'une ASI et donc du temps où elle sera hors service pour une remise en état. Le MTTR représente en fait le temps moyen de réparation estimé, celui-ci dépend, en grande partie, de la conception de l'ASI pour sa facilité de remplacement des pièces et des sous-ensembles, mais aussi des équipements intégrés facilitant le diagnostic. Il est à noter que le MTTR dépend également de la disponibilité (stock) des pièces de rechange sur le site. Les valeurs du MTBF et du MTTR doivent être prises en considération uniquement à titre d'information, en effet, ces données peuvent varier dans des plages importantes compte-tenu du fait qu'elles dépendent de nombreux facteurs associés.

5.8 TECHNOLOGIE DES BATTERIES

Les batteries sont normalement fournies avec les ASI et peuvent être installées dans la même armoire. Dans ce cas, le fournisseur garantit l'autonomie pour la puissance apparente et le facteur de puissance pour lesquels elles ont été définies.

Les batteries sont généralement au plomb à recombinaison de gaz (couramment appelées « au plomb étanche »). Elles ne nécessitent pas d'appoint d'électrolyte et possèdent un très faible taux de dégagement de gaz. Elles sont donc appropriées pour l'installation dans des bureaux et des locaux publics sans besoin de précautions particulières.

Ces batteries sont généralement installées dans l'enceinte de l'ASI ou dans des armoires électriques ; leur durée de vie dépend des conditions d'utilisation (par exemple, la température ambiante ne doit pas excéder 25°C) mais également de leur conception et de leur qualité.

Dans certains cas, pour des installations de grandes puissances ou exigeant de longues autonomies des batteries « au plomb ouvert » peuvent être employées.

Elles exigent une installation dans un local approprié et nécessitent une maintenance régulière pour la surveillance et l'appoint du niveau de l'électrolyte.

Les batteries au Cadmium-Nickel peuvent aussi être utilisées, elles sont appropriées pour un usage dans les environnements particulièrement difficiles : température de -30° à $+60^{\circ}\text{C}$ ou avec des contraintes importantes au point de vue mécanique et électrique. Leur durée de vie est 15 à 20 ans, mais leur coût est 5 fois plus élevé que celui des batteries au plomb.

5.8.1 CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES CONCEPTS POUVANT INDUIRE EN ERREUR SUR LA PUISSANCE

La puissance nominale des ASI peut parfois : être définie comme « puissance informatique » ou accolée à d'autres qualificatifs (switching power, actual power) mais aussi soumise à des conditions particulières de température, etc ...,

Ces valeurs paramétriques sont arbitraires et n'ont aucune relation avec la puissance apparente ou la puissance active ; elles ne peuvent pas être définies quantitativement et ne doivent donc pas être utilisées pour un dimensionnement correct de l'ASI.

5.8.2 EXEMPLE POUR DEFINIR LE BESOIN

ENTRÉE · tension d'entrée 380-400-415V - autre (spécifier) _____ · fréquence d'entrée : 50-60 Hz - autre (spécifier) _____ _____	UTILISATION (données de la plaque du constructeur, si disponible) · tension de l'utilisation : 380-400-415V - autre (spécifier) _____ · fréquence de l'utilisation: 50-60 Hz - autre (spécifier) _____ · Puissance apparente (VA) : _____ · Facteur de puissance : _____ UPS/DDCF/0019.A 22 / 15 · Puissance active (W) : _____ · Facteur de Crête : _____ · Surcharge (%) : _____ Brève description des utilisations : · Technologie de l'information (ordinateurs, imprimantes ...), éclairage, équipements de télécommunication, équipements médicaux...., · Evolution future de puissance (%) _____
BATTERIE · Autonomie (minutes). : _____ · Type de Batterie : plomb étanche, ouvert, Cd Ni · Durée de vie (années) Normale 3-5 Longue vie 8-10 -autre (spécifier) : _____	
ENVIRONNEMENT · température d'exploitation · Local ASI · Local batterie	

6- COMMUNICATION

Les ASI deviennent de plus en plus des éléments actifs des systèmes de communication. Intégrée dans un environnement, l'ASI doit devenir un périphérique du système capable d'envoyer des informations suivant les besoins de l'utilisateur. Ces informations doivent être sûres et fournies avec efficacité grâce à l'utilisation d'un microprocesseur.

La communication peut être divisée en deux types : Local et à Distance

6-1 COMMUNICATION LOCALE

Indications Lumineuses :

De simples voyants d'indications sur la face avant de l'appareil fournissent un état immédiat des conditions de l'ASI et se révèlent suffisants pour des ASI de petite puissance même si aujourd'hui les constructeurs intègrent une interface de communication de type RS232 ou USB à l'ensemble de leurs gammes.

Afficheur Alphanumérique

Pour obtenir des informations spécifiques sur le mode de fonctionnement de l'ASI et sur ses paramètres électriques, il peut être intéressant d'équiper l'ASI d'un afficheur alpha numérique afin de posséder des informations très précises. Cet afficheur pourra être intégré ou déporté de quelques mètres de l'ASI pour par exemple connaître l'état de l'ASI sans avoir à pénétrer dans le local technique. De plus, il est possible d'intégrer des fonctions spéciales relatives à l'utilisation et au diagnostic de l'ASI. Cette solution est utilisée principalement sur des appareils de puissance moyenne et supérieure.

6.2 INFORMATIONS A DISTANCE PAR CONTACTS SECS (LIBRES DE POTENTIEL)

Si l'utilisateur ne dispose pas d'un accès aisé à l'ASI, celle-ci peut être équipée avec des signaux afin de connaître à distance un diagnostic sur les conditions de fonctionnement de base (généralement : « alarme de synthèse », « défaut secteur », « batterie basse »...) Cette information peut être transmise à un système d'information du Client ou sur un boîtier report alarme fourni avec l'ASI.

Communication ASI/Utilisateur

Par l'utilisation de contacts ou par une liaison série, l'ASI peut être interfacée avec le système d'information de l'utilisateur afin d'assurer l'arrêt ordonné des systèmes de fichiers en cas de coupure de secteur ou pour transmettre des informations sur l'environnement de l'ASI aux utilisateurs.

Communication série

Pour des informations plus détaillées de l'ASI à distance, l'information peut être déportée vers un afficheur alphanumérique ou directement vers un PC. Dans ce cas, l'information est dispensée par une liaison série de type RS232, RS422 ou RS485 garantissant une complète transmission des informations au travers d'un simple fil. L'interface série peut également être utilisée pour transmettre une plus grande quantité d'informations sans limite de distance, contrairement à une liaison locale. L'installation peut utiliser tous les éléments compatibles

avec ces standards : modem téléphonique, fibre optique ou tous les outils permettant d'accéder à des sites éloignés.

Dans certains cas, il est plus facile de connecter l'ASI à un système de supervision en utilisant un réseau (LAN ou WAN) existant. Dans ce cas, il sera nécessaire d'utiliser une carte ou un boîtier d'interfaçage de type SNMP (SNMP : Simple Network Management Protocol) pour un report d'information vers une plate forme de supervision grâce à l'utilisation d'une MIB (Management Information Bases) qu'elle soit standard (RFC1628) ou propriétaire.

Communication entre l'ASI et un centre de supervision

Le contrôle à distance de l'ASI peut être effectué directement par un centre de supervision du constructeur. Le centre de supervision se connectera à l'ASI par le biais d'une ligne téléphonique standard (RTC) afin d'être informé de tout état d'alarme et d'assurer un contrôle préventif de l'appareil. Généralement la communication est bi directionnelle, le centre de supervision pouvant se connecter à l'ASI et l'ASI pouvant contacter le centre de supervision quand une alarme se déclenche. Le degré d'information peut également inclure l'enregistrement de paramètres significatifs dans le cas d'événements particuliers.

7- OPTIONS

D'autres options sont disponibles et peuvent être agréées par le fabricant d'ASI afin d'optimiser l'installation. Il est possible de compléter la version standard de l'ASI par l'ajout d'options afin de répondre aux demandes spécifiques du client.

7.1 TRANSFORMATEUR D'ISOLEMENT GALVANIQUE

L'ASI peut être utilisée sans transformateur d'isolement galvanique, le schéma du neutre est alors inchangé entre l'entrée et la sortie de l'ASI pour modifier le schéma du neutre, un transformateur peut être installé.

7.2 AUTOTRANSFORMATEUR ADDITIONNEL

Quand la tension secteur ou la tension requise par l'utilisation est différente des valeurs standards de l'ASI, un autotransformateur peut être utilisé pour adapter la tension.

7.3 SOLUTIONS POUR REDUIRE LES HARMONIQUES DU COURANT D'ENTREE DE L'ASI

Redresseur 12 pulses : le redresseur est doublé et alimenté par un transformateur à double enroulement de sortie ; le déphasage obtenu permet la réduction des harmoniques les plus dangereuses.

Redresseur avec PFC (Power Factor Central) : Filtre actif absorbant un courant de faible distorsion harmonique. Cette technologie est utilisée surtout sur les ASI de petite puissance.

Filtres à résonance

Installés à l'entrée de l'ASI, le filtre à résonance magnétique piège les harmoniques au niveau de l'ASI, évitant ainsi leur circulation sur l'alimentation secteur.

8- RECOMMANDATIONS POUR L'INSTALLATION D'ONDULEURS DE MOYENNES ET FORTES PUISSANCES

Cette section contient des informations générales techniques destinées à des personnels qualifiés pour le raccordement permanent d'un onduleur au réseau électrique. Il ne peut pas y avoir de conflit entre les instructions de câblage du constructeur et les règles locales.

8-1 TYPE DE RESEAUX

La plupart des onduleurs sont conçus pour être installés sur des réseaux électriques mono ou triphasés, où le neutre est connecté à la terre (régime TN ou TT). Dans d'autres cas (régime IT ou réseaux biphasés), il faut se renseigner auprès du constructeur ou du fournisseur sur la compatibilité des différents types de réseaux amont et aval de l'onduleur. Pour ce type de configuration, l'installation d'un transformateur d'isolement permet généralement l'adaptation de régime de neutre. Il peut être également requis d'installer d'autres matériels de protection sur votre installation (fusibles, disjoncteurs...).

8-2 PROTECTIONS

Si l'on utilise des disjoncteurs comme système de protection, il est recommandé d'utiliser des modèles avec retard de déclenchement pour éviter des disjonctions intempestives. Les causes sont multiples :

- a) Le courant de démarrage de l'onduleur qui peut atteindre 8 fois la valeur du courant nominal. Cela peut aussi se produire si la charge est mise sous tension alors que l'onduleur est commuté sur le réseau de contournement (bypass).
- b) Un courant de fuite à la terre. A la mise sous tension, un déséquilibre entre phases peut se produire et un courant important vers la terre peut apparaître, provoquant le déclenchement des disjoncteurs différentiels.

8-3 LIMITATION DU COURANT DE SORTIE DE L'ONDULEUR

Selon la technologie de l'onduleur, celui-ci peut être doté d'un système électronique de protection contre les surcharges en courant. Pour des raisons de sécurité, il est demandé que l'onduleur s'arrête en moins de 5 secondes si la tension de sortie est devenue inférieure à 50% de la tension nominale. (EN50091-1-X §2.7.1d)

8-4 DIMENSIONNEMENT DU CONDUCTEUR DE NEUTRE

Dans le cas où des charges comme des alimentations à découpage sont connectées entre une phase et le neutre de la sortie d'un onduleur triphasé, des courants harmoniques de rang 3 peuvent apparaître dans le conducteur de neutre. Tous les courants harmoniques de chaque charge s'additionnent. Dans cette situation, la section du conducteur de neutre doit être surdimensionnée selon les règles locales ou selon l'IEC 364-524-02-01 (HD384). Cela s'applique également au circuit de bypass.

8-5 ISOLATION DU NEUTRE

La plupart des onduleurs utilisent le neutre du secteur comme référence de neutre en sortie. Si un transformateur d'isolement est installé pour une isolation galvanique ou un changement de régime de neutre, il faut veiller à ce que le neutre secteur soit toujours connecté alors que l'onduleur est en service. Ceci s'applique également au circuit de by-pass quand le neutre est commun entre l'onduleur et le by-pass.

8-6 GROUPES ELECTROGENES

Les groupes électrogènes sont une alternative au secteur. Un groupe devra être dimensionné et choisi pour supporter des charges non linéaires et génératrices d'harmoniques, notamment pour la synchronisation.

8-7 BATTERIES

Les batteries au plomb étanches ont des durées de vie spécifiées pour un fonctionnement de 20 à 25°C. Cette durée de vie est réduite de moitié par 10°C supérieurs à cette plage de température. Une installation de climatisation est donc recommandée. Si des cabinets batteries additionnels sont installés, il est nécessaire de prévoir une protection (DC) au plus prêt de la connexion de ces cabinets. Il faut également prévoir un moyen d'isoler les batteries pour la maintenance ou si plusieurs branches batteries sont installées en parallèle. Dans ce dernier cas, chaque branche devra pouvoir être isolée indépendamment pour assurer la maintenance d'une branche pendant que les autres sont en fonctionnement normal. Si aucune précaution d'installation n'est demandée par le constructeur, les règles locales d'installation alors s'appliquent. Dans certains cas le constructeur peut imposer certaines règles d'installation pour être en conformité avec la législation sur la compatibilité électromagnétique (CEM). L'installateur devra alors respecter ces recommandations. Les câbles servant à la connexion de l'onduleur aux batteries externes devront être dimensionnés de manière à ce que la chute de tension entre l'onduleur et les batteries ne dépasse pas la valeur maximum indiquée par le constructeur de l'ASI.

8-8 ARRET D'URGENCE

Pour des raisons de sécurité, l'onduleur doit être doté d'un contact d'arrêt d'urgence. Ce contact peut être activé à distance et permet l'arrêt total de l'onduleur dans des conditions particulières comme un incendie. La norme EN50091-1 comme d'autres règles locales imposent cet équipement. Il faudra également prévoir une déconnexion automatique de l'onduleur du secteur pour éviter le fonctionnement du by-pass de l'onduleur.

D'autres procédés pourront être mis en oeuvre si la réglementation locale l'autorise.

8-9 PORTS DE COMMUNICATION

Les ports de communication de l'onduleur devant être reliés à des équipements informatiques externes utilisent des « très basses tensions de sécurité » selon la norme EN 60950. Ceci implique que la tension entre deux parties du circuit de communication, ou bien entre une partie et la terre ne doit pas dépasser 42,4V crête à crête ou 60Vdc. Chaque ligne de communication devra être distante de 25mm minimum d'une autre liaison (très basse tension ou non) afin de

préserver l'intégrité de la communication et respecter les règles de compatibilité électromagnétique.

8.10 CHARGES NON LINEAIRES

La plupart des équipements connectés à un onduleur sont des charges non-linéaires, tels que les équipements informatiques qui sont alimentés par des systèmes constitués d'un redresseur et d'un condensateur. Le courant du secteur n'est utilisé que quand la tension du secteur dépasse la tension DC aux bornes du condensateur. Il en résulte un pic de courant de 3ms environ dont le facteur de crête peut aller de 2,2 à 5. Ce signal est très riche en harmoniques.

9- MAINTENANCE ET SERVICES

Un des facteurs les plus critiques dans le choix d'un onduleur est le support que le constructeur peut offrir à ses clients actuels et futurs. Voici quelques services importants à considérer dans une installation d'onduleur :

- _ le support avant vente
- _ l'installation et la mise en service
- _ les contrats de maintenance
- _ le support après-vente
- _ la télémaintenance
- _ training

9-1. POURQUOI LE SERVICE EST-IL ESSENTIEL ?

Le client n'attend plus un simple produit pour répondre à son besoin, il cherche une solution. Cette solution est une combinaison de services et de produits. Ces services sont du type, conseil avant vente, expertise des sites, maintenance de l'onduleur et de son environnement...

9-2. ANALYSE

9-2-1. ANALYSE DE CHARGE

Avant tout choix d'onduleur, il est nécessaire de définir avec précision la charge protégée. La présence du courant crête ou de démarrage peuvent en effet modifier fortement leurs caractéristiques. Les services techniques, équipés d'analyseurs harmoniques, d'oscilloscopes à mémoire, aident ses clients à déterminer la charge et évite ainsi des sur-dimensionnements coûteux.

9-2-2. ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT TECHNIQUE

Le service technique vous aide :

- _ à déterminer les disjoncteurs de protection à placer sur les différents raccordements en fonction du courant nominal du circuit et du courant de court-circuit au point de l'installation.
- _ à évaluer la section des câbles de raccordement en fonction de l'échauffement et de la chute de tension admissible.
- _ A répondre aux exigences fixées par les normes internationales dans les domaines des régimes de neutre et de la protection des personnes.

9-3. INSTALLATION

Les services techniques vous aident à passer en revue les points clés de cette installation.

Ces points clés sont :

- _ Possibilité d'accès
- _ le déchargement des équipements
- _ le branchement sur le réseau amont
- _ le branchement sur les tableaux de distribution
- _ le raccordement des batteries
- _ air conditionné / ventilation

9-4. MISE EN SERVICE

Pour la conformité aux normes et le respect des règles de l'art, les constructeurs d'ASI recommandent que la mise en service soit effectuée par leur propre service après vente pour les moyennes et grandes gammes d'ASI.

Les opérations suivantes sont effectuées par les ingénieurs :

- _ validation des mesures faites au cours du test de production
- _ test en charge
- _ test de décharge batterie
- _ formation du personnel du site
- _ rapport complet d'intervention

Les points clés à valider avec le client sont :

- _ dans le cas d'un besoin d'arrêt de l'informatique, quand faut-il le prévoir ? le soir ? le week-end ?
- _ si les charges ne sont pas disponibles, qui fournira les charges d'essais ?
- _ qui assure la coordination entre les différents fournisseurs ?

9-5. CONTRATS DE MAINTENANCE

Réduire ce risque au minimum : Surveillance régulière des batteries

La raison d'être d'une installation onduleur est la fourniture d'un courant « pur » et sans interruption. L'achat de cette installation est la reconnaissance même que l'application protégée est vitale. Il est alors important de considérer le coût complet lié à une panne de cette installation.

Pour ce faire, il faut intégrer bien sûr, le coût de réparation de l'équipement, mais également le coût lié au temps d'intervention et de réparation, et pendant lequel l'application critique n'est plus protégée, voire même, plus alimentée.

Le contrat de maintenance a donc pour but de réduire ce risque au minimum.

Il permet également, par une surveillance régulière des batteries (dans le cas des contrats sites), d'effectuer une maintenance préventive et d'allonger la durée de vie de votre investissement batterie. Les constructeurs ont développé une offre très large de contrat de maintenance faite pour s'adapter à tous les cas individuels.

Ces contrats varient, de contrat d'entrée de gamme incluant des visites de routine et excluant les pièces et la main d'œuvre, à des contrats tout compris et incluant un temps de réponse garanti.

Cette gamme, totalement adaptable, permet au client d'optimiser au mieux son budget maintenance en fonction de son besoin, en terme de délai d'intervention et de maintenance préventive.

9-6. SUPPORT APRES VENTE

Une garantie que seul le constructeur peut fournir

Bien que les contrats de maintenance soit la solution préconisée par les constructeurs pour maintenir une installation en parfait état, ils proposent des prestations (de dépannage et de réparation sur site) performantes :

- _ demande d'intervention prise en compte sur simple appel téléphonique
- _ délai d'intervention court à partir de nombreux centres après vente
- _ réparation rapide de par la technologie modulaire des appareils et le professionnalisme des techniciens après-vente.

9-7. TELEMANTENANCE

L'assurance tout risque

La télémaintenance est un service offert par quelques constructeurs d'ASI dans le cadre de leurs contrats de maintenance. Cette liaison directe entre l'installation « onduleur » et l'équipe de maintenance exploite la synergie de deux atouts de ces constructeurs :

- _ l'intelligence des produits et leurs capacités de communication
- _ l'excellence de la maintenance assurée par des spécialistes de haut niveau.

En cas de panne, l'équipe de maintenance est instantanément alertée. Elle établit le diagnostic, prévient le client et dans le cadre du contrat intervient sans risque d'erreur, ni perte de temps.

9-8. FORMATION CLIENT

Quelque soit le type de système onduleur installé, une formation client doit être pratiquée.

Cette formation peut prendre plusieurs formes :

- _ une information de base dispensée pendant la mise en service, comprenant les instructions de base de fonctionnement de l'appareil, et l'utilisation du manuel d'utilisation
- _ une formation à l'exploitation et à l'entretien des onduleurs. Cette formation s'adresse aux personnes en charge de leur exploitation et leur entretien.

Voici un exemple du contenu de ce cours :

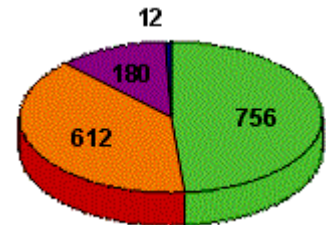
- _ principes de l'onduleur
- _ synoptique ON-LINE
- _ caractéristiques des différents appareils
- _ mise en service et raccordement
- _ schéma général de l'installation
- _ interface opérateur permettant les commandes
- _ procédures de mise en service, marche, arrêt, by-pass et diagnostic
- _ localisation et étude par schémas -blocs des sous-ensembles de puissance
- _ présentation de la commande électronique
- _ exploitation des voyants ou des messages d'anomalies
- _ environnement de l'onduleur
- _ batteries : technologie, choix, entretien, installation
- _ régimes de neutre

10- LES PERTURBATIONS ET LES HARMONIQUES

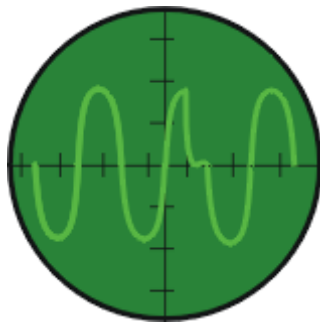
Les perturbations font l'objet de nombreuses études de la part de cabinets indépendants. Le graphique ci-contre montre le nombre et le type de perturbation électrique sur une année que peut subir un équipement

Type de perturbations :

- ❑ 12 coupures ou micro-coupures
- ❑ 180 parasites, variation de fréquence, harmoniques
- ❑ 612 pics ou surtensions
- ❑ 756 creux de tension.



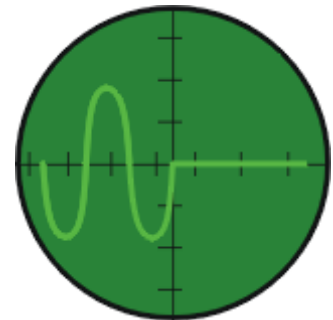
10-1- LES MICRO-COUPURES



- ❑ La tension chute à zéro Volt pendant quelques millisecondes.
- ❑ Les micro-coupures sont induites par des courts-circuits provoqués par les utilisateurs sur le réseau du bâtiment.
- ❑ Les micro-coupures provoquent des erreurs dans le traitement des données et le blocage des systèmes.

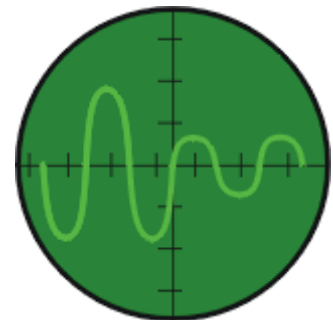
10-2- LES COUPURES

- ❑ La tension chute à zéro Volt pendant une durée importante.
- ❑ Les coupures sont provoquées par des ruptures du câblage électrique. Cas d'intempérie pour le réseau EDF ou disjonction dans le Bâtiment).
- ❑ Les coupures provoquent des arrêts brusques des appareils entraînant souvent des erreurs dans le traitement des données. Des pannes peuvent apparaître par effet cumulé.

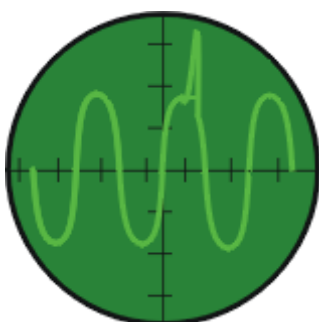


10-3- LES CREUX DE TENSION

- ❑ La tension baisse en amplitude sans atteindre zéro Volt sur une durée de plusieurs périodes.
- ❑ Les creux de tension sont dus aux démarrages des grosses charges électriques comme les moteurs, les ascenseurs, l'éclairage, le chauffage, etc..
- ❑ Les creux de tension provoquent des arrêts du système et des pannes intempestives.



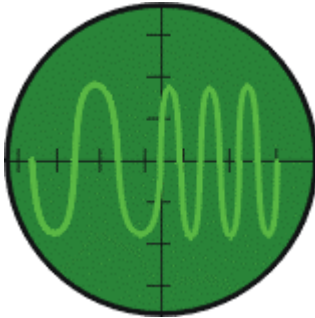
10-4- LES PICS DE TENSION ET LES SURTENSIONS



- ❑ Les pics de tension se manifestent par une élévation rapide et importante de la tension sur une durée très courte (< à 20ms).
- ❑ Les pics de tension sont dus aux événements climatiques comme la foudre (peut atteindre plusieurs milliers de Volts), aux déclenchement des disjoncteurs, etc..
- ❑ Les effets des pics de tension se manifestent par erreurs dans le traitement des données, des « plantages » du système et la destruction des équipements.

- ❑ Les surtensions se caractérisent par une élévation modérée ($> 10\%$) de la tension sur plusieurs cycles.
- ❑ Les surtensions proviennent des délestages des grosses charges électriques comme les moteurs, les ascenseurs, l'éclairage, le chauffage, etc..
- ❑ Les conséquences des surtensions sont des pannes sans raison apparente des appareils.

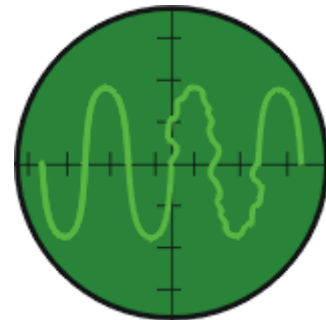
10-5- LES VARIATIONS DE FREQUENCE



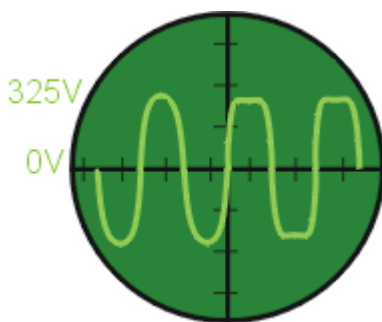
- ❑ La périodicité de la sinusoïde n'est plus constante. Elles sont très rares sur les réseaux publics des pays développés.
- ❑ Les variations de fréquence sont essentiellement dues aux variations de vitesse des groupes électrogènes.
- ❑ Les variations de fréquence occasionnent des arrêts brusques entraînant souvent des erreurs dans le traitement des données. Des pannes peuvent apparaître par effet cumulé.

10-6- LES PARASITES

- ❑ Les parasites sont des tensions à haute fréquence qui viennent s'ajouter sur la sinusoïde et provoquent ainsi une déformation.
- ❑ Les parasites sont essentiellement dus aux autres équipements branchés sur le même réseau du bâtiment tels que les perceuses, poste à souder, etc..
- ❑ Les parasites provoquent des erreurs dans le traitement des données et le blocage des systèmes.



10-7- LES HARMONIQUES



Les harmoniques sont des tensions multiples de la fréquence de base (50Hz) qui viennent se superposer sur la sinusoïde pour la déformer.

Les harmoniques sont générés par les récepteurs alimentés. Ce sont essentiellement des machines qui possèdent des redresseurs. On retrouve les alimentations à découpage des ordinateurs, les variateurs de vitesse, les onduleurs double conversion, les chargeurs de batteries, les téléviseurs, etc.

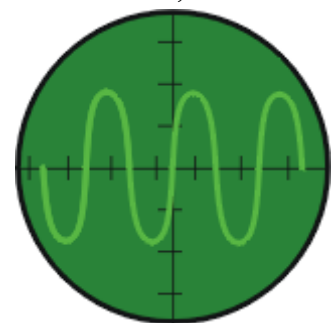
Les harmoniques provoquent des erreurs dans le traitement des données et le blocage des systèmes.

Composition normale d'une tension

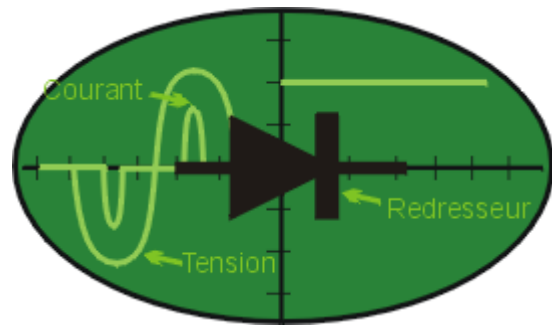
En théorie la tension délivrée par les producteurs d'électricité est exempte d'harmonique, la forme d'onde est une sinusoïde pure. Elle est composée uniquement d'une onde appelée fondamentale ayant une fréquence à 50Hz.

Génération des harmoniques

Les harmoniques sont générés par les consommateurs. Ce sont uniquement les équipements consommant un courant non linéaire qui sont la source des harmoniques. Ces appareils sont généralement composés de redresseurs comme les alimentations à découpage. La figure ci-contre montre que le courant absorbé par une charge composée d'un redresseur n'est pas



proportionnel à la tension. Le courant est nul pendant la première partie de la tension et croît très rapidement au moment où la tension est à son maximum. Toute l'énergie est absorbée pendant un court instant. Cette forme d'onde de courant n'est plus une sinusoïde parfaite. Elle est composée d'harmonique. Un harmonique est une sinusoïde parfaite avec une fréquence multiple du fondamental qui est à 50Hz.



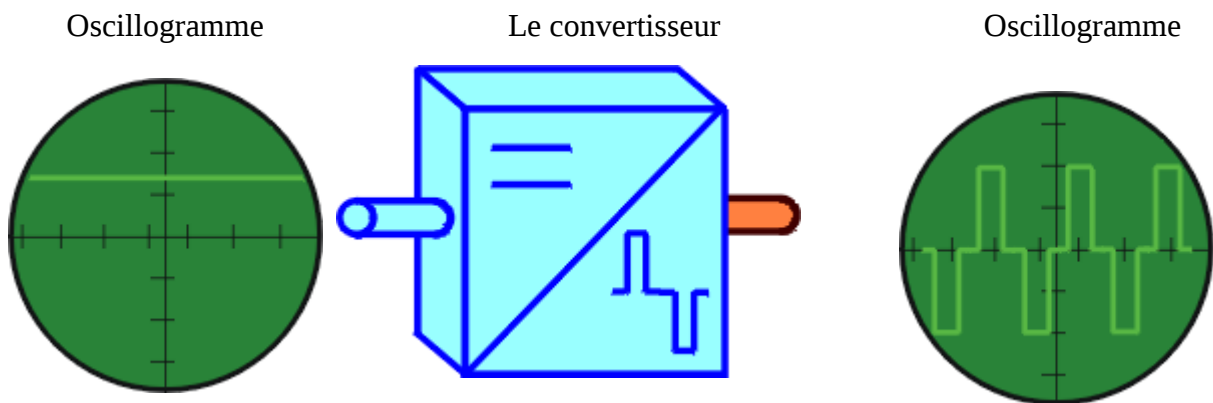
Par exemple pour un équipement alimenté en monophasé, le courant sera composé d'un fondamental à 50Hz, et d'harmonique de rang 3, 5 et 7 etc. L'harmonique de rang 3 est une sinusoïde dont la fréquence est de $3 \times 50\text{Hz}$ soit 150Hz et dont l'amplitude est d'environ 60% par rapport au fondamental.

Pour un équipement alimenté en triphasé, le courant sera composé d'un fondamental à 50Hz, et d'harmonique de rang 5 et 7 etc. L'harmonique de rang 5 est une sinusoïde dont la fréquence est de $5 \times 50\text{Hz}$ soit 250Hz et dont l'amplitude est d'environ 30% par rapport au fondamental. En règle générale les harmoniques sont toujours de rang impair.

11- LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DES ASI

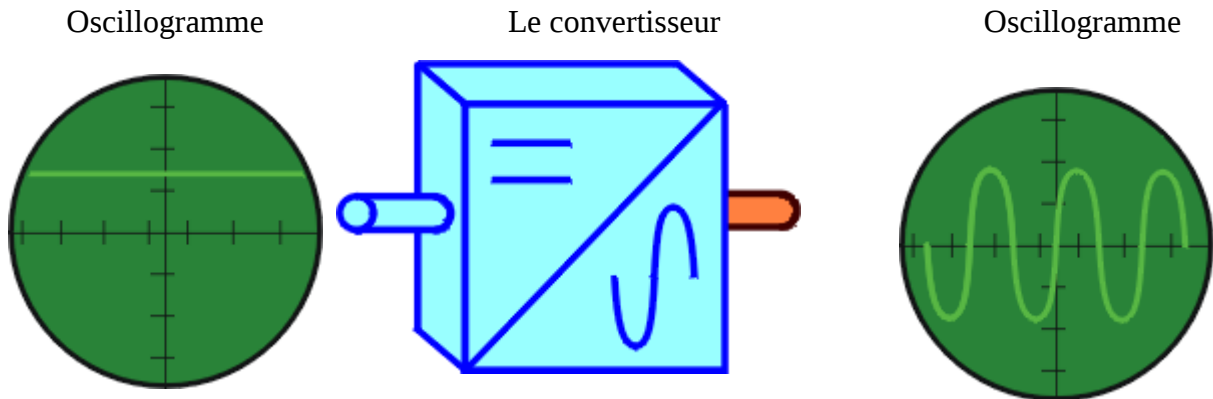
11-1- LE CONVERTISSEUR DC/AC

Sortie Pseudo sinusoïdale



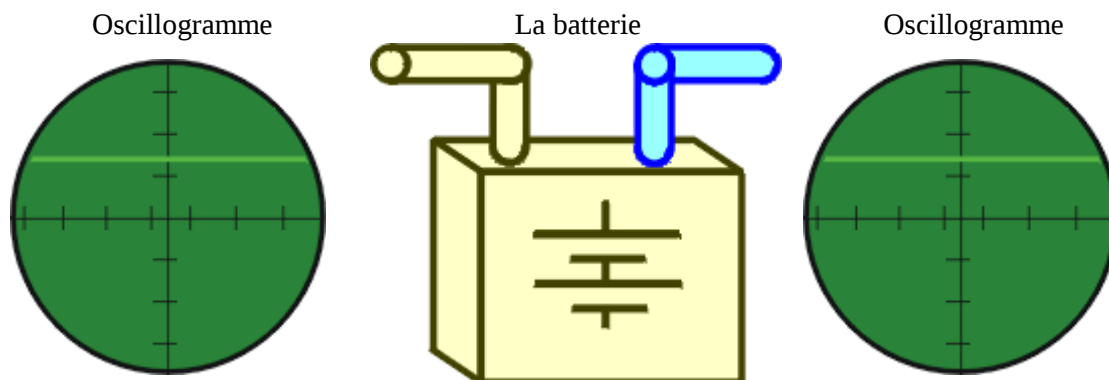
Le courant électrique appliqué à l'entrée est continu (DC) Il convertit le courant continu de la batterie ou du redresseur en courant alternatif régulé et sans coupure pour alimenter l'informatique. Le courant électrique délivré est alternatif (AC) et de forme d'onde pseudo-sinusoïdale.

Sortie sinusoïdale



Le courant électrique appliqué à l'entrée est continu (DC). Il convertit le courant continu de la batterie ou du redresseur en courant alternatif régulé et sans coupure pour alimenter l'informatique. Le courant électrique délivré est alternatif (AC) et de forme d'onde sinusoïdale.

11-2- LA BATTERIE



La batterie constitue la réserve d'énergie électrique qui va permettre à l'onduleur de continuer à fonctionner pendant les coupures de courant. Elle est de type à recombinaison de gaz et sans entretien. En fonction de son procédé de fabrication, elle peut avoir une durée de vie de 5 ou 10 ans. La durée de vie dépend essentiellement de la température ambiante. Elle est dimensionnée en général pour une autonomie de 10mn.

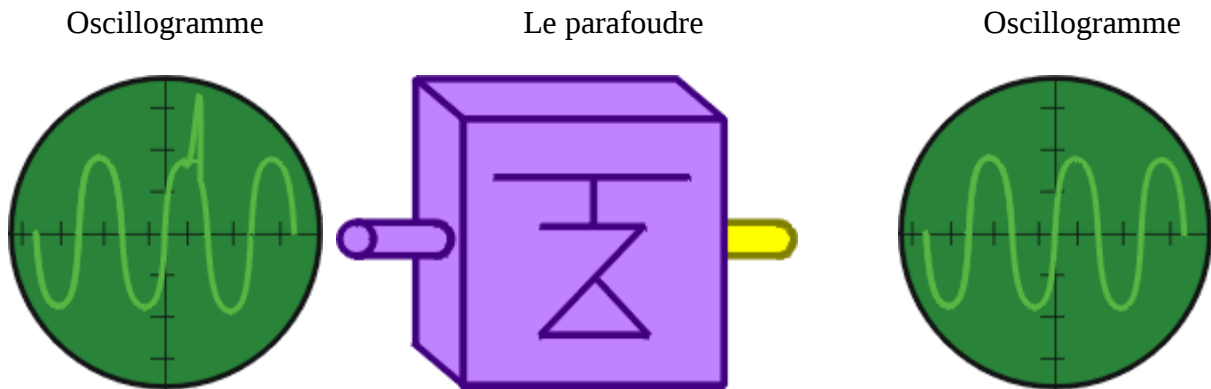
En charge

- La batterie reçoit du courant électrique continu du chargeur ou du redresseur pendant sa phase de charge.
- La batterie accumule l'énergie électrique pour pouvoir la restituer ultérieurement.

En décharge

- La batterie restitue l'énergie électrique sous forme de courant continu pendant la durée de l'autonomie.
- Le courant continu est transmis au convertisseur continu alternatif (DC/AC) pour le convertir en courant alternatif sinusoïdal.

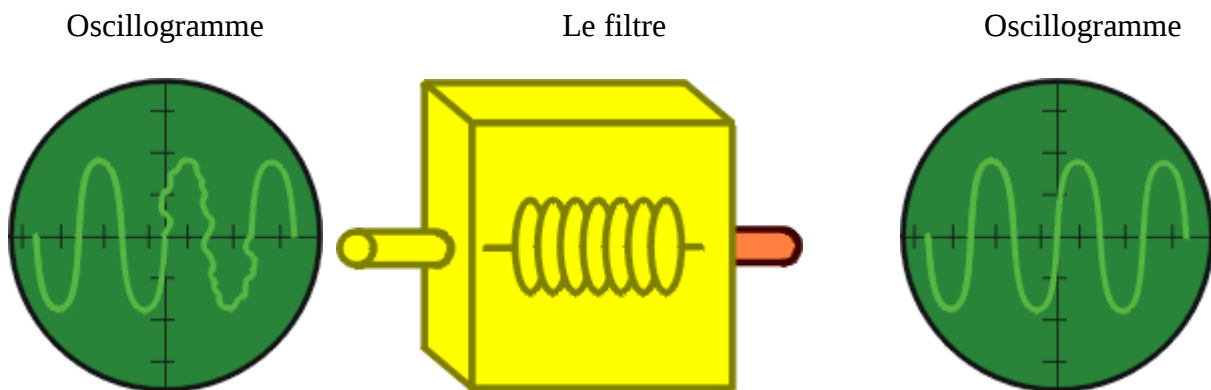
11-3- LE PARAFOUDRE (L'ANTI FOUDRE)



Le courant électrique brut peut acheminer des surtensions. Le parafoudre écrête les surtensions lorsque celles-ci dépassent une tension de seuil. Il se comporte comme un court-circuit dynamique. Ainsi le surplus d'énergie est atténué, le rendant compatible avec les équipements électronique. En aval, Le courant électrique est débarrassé des pics de tension.

NB. Si la surtension véhicule une trop grande quantité d'énergie, le parasurtenseur se met en court circuit définitif. Il doit dès lors être remplacé.

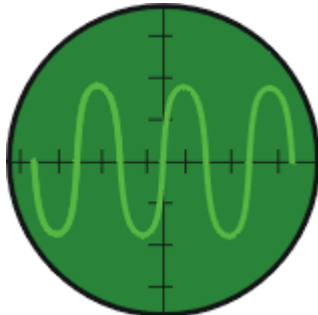
11-4- LE FILTRE :L'ANTI PARASITES



Le courant électrique brut véhicule des parasites. Le filtre est composé de selfs (inductances) et de condensateurs. Il bloque les parasites haute fréquence (HF). Ainsi il "lisse" la tension pour délivrer un signal compatible avec les équipements électroniques sensibles. En aval, le courant électrique est débarrassé des parasites.

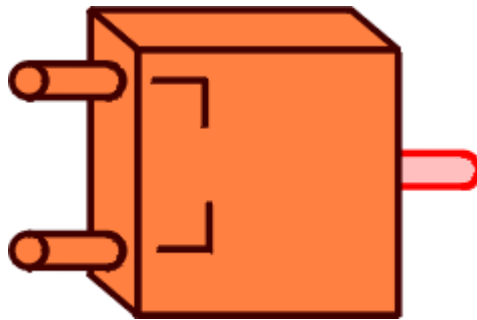
11-5- LE COMMUTATEUR DE TRANSFERT

Oscillogramme

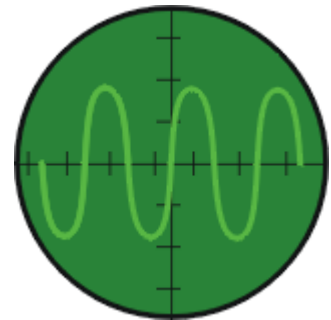


Sortie réseau
ou
Sortie convertisseur

Le commutateur de transfert



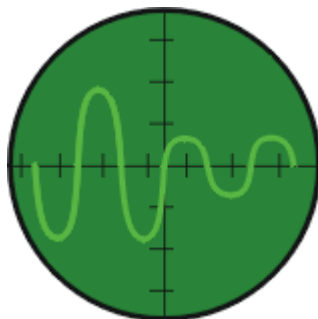
Oscillogramme



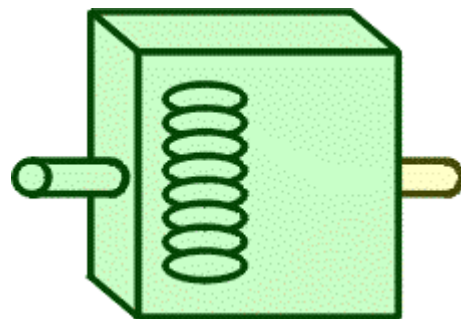
Le commutateur reçoit deux sources: le réseau et la sortie du convertisseur. Son rôle est de commuter, lorsque le réseau est défectueux, l'alimentation de l'ordinateur vers l'onduleur. Lorsque le réseau redevient correct, l'alimentation de l'ordinateur est à nouveau reconnectée au secteur. En sortie le courant est maintenu.

11-6- LE BOOSTER OU REGULATEUR

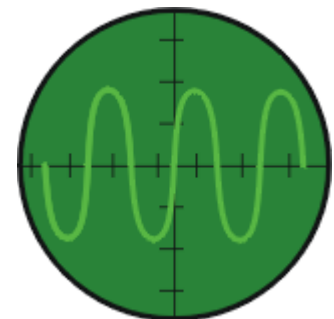
Oscillogramme



Le Booster



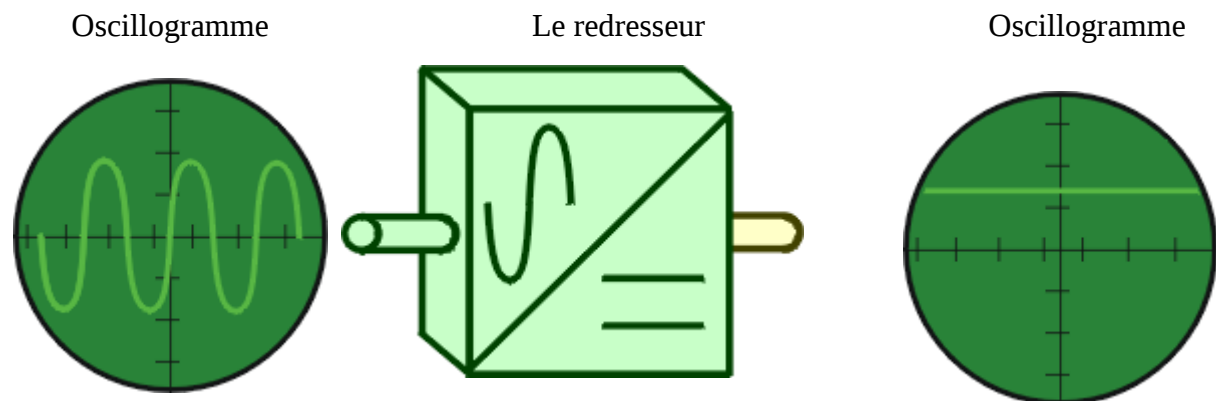
Oscillogramme



Les creux de tension engendrés par le démarrage de gros équipements sont véhiculés sur les réseaux électriques. Il joue le rôle d'un régulateur. Lorsque la tension baisse, il rehausse cette dernière pour la maintenir dans une tolérance compatible avec les équipements électroniques sensibles.

Dans le cas où la tension monte, il l'abaisse. En aval, Le courant électrique est constant.

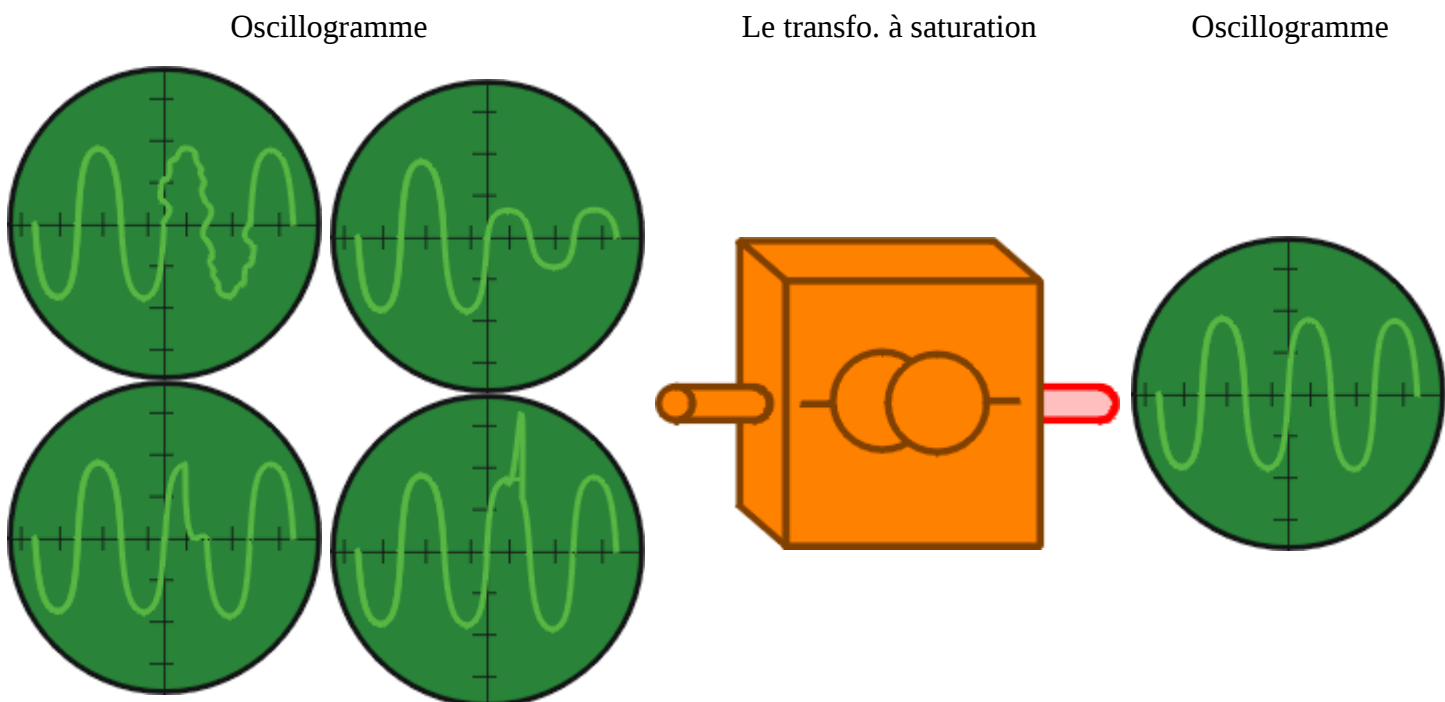
11-7- LE REDRESSEUR OU CHARGEUR



Le courant électrique appliqué à l'entrée est alternatif (AC) Il convertit le courant alternatif du réseau en courant continu pour alimenter la batterie et le convertisseur DC/AC pour les onduleurs double convertisseur. Le courant électrique délivré est continu (DC).

11-8- LE TRANSFORMATEUR A SATURATION

Pour réguler, filtrer, écrêter et absorber les microcoupures



Le courant électrique brut peut acheminer des creux de tension, des parasites, des pics de tension et des micro-coupures. Il permet un isolement galvanique entre l'entrée et la sortie. Ceci permet d'avoir un réseau électrique de haute qualité complètement indépendant du réseau brut. Grâce à l'isolement qu'il procure, il est possible de raccorder le neutre en aval de l'onduleur à la

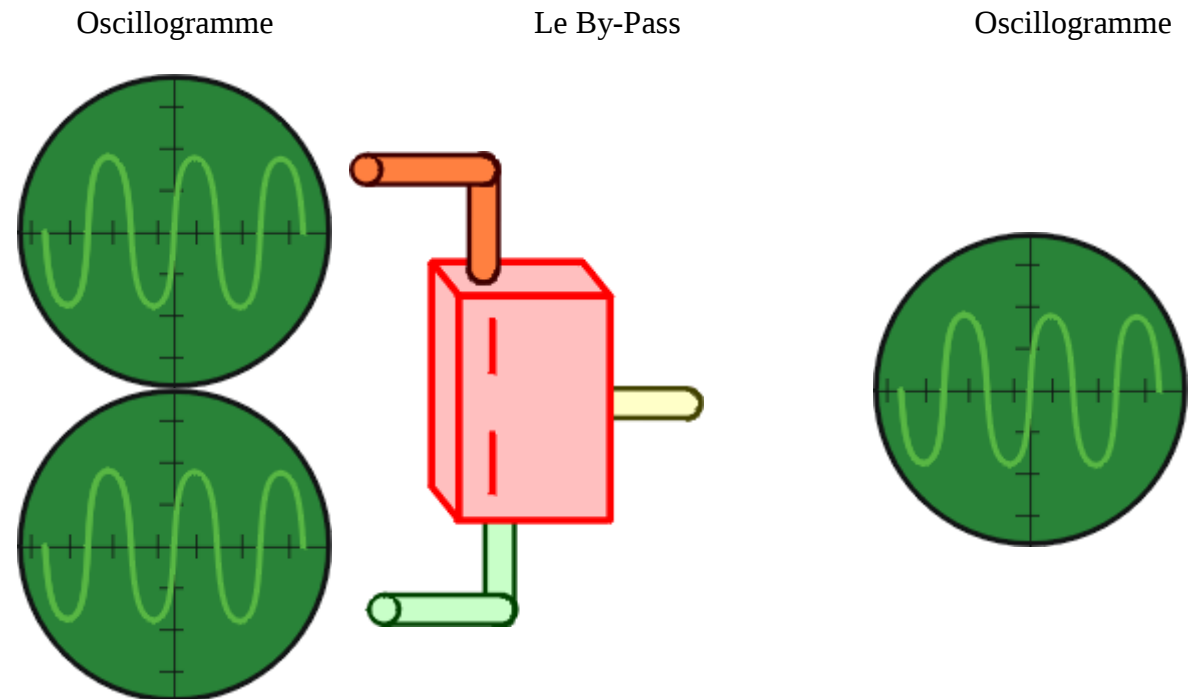
terre.

Il règle la tension de sortie à +/- 3%. Il atténue les surtensions jusqu'à 6000 Volts.

Avec les condensateurs, il forme une réserve d'énergie électrique, ce qui permet d'absorber les micro-coupures

Le courant électrique délivré est exempt de creux de tension, de parasite, de pic et de micro-coupure.

11-9- LE SECOURS ULTIME



Il reçoit deux sources :
le réseau brut ou le réseau secours.

La sortie du convertisseur DC/AC Le by-pass est composé d'un commutateur électronique. C'est un système de secours qui permet en cas de panne de l'onduleur ou en cas de surcharge de transférer l'alimentation des équipements vers le réseau brut.

Il permet également d'effectuer la maintenance sur l'onduleur sans arrêter l'informatique. En aval, le courant est celui de l'onduleur lorsque tout fonctionne normalement ou celui du réseau lors d'une panne de l'onduleur.

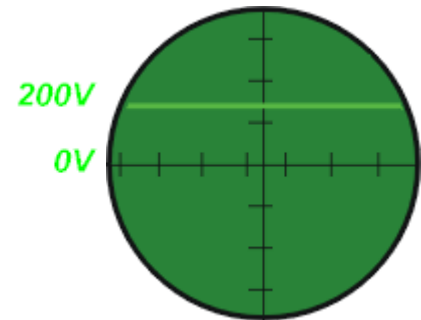
11-10- COURANT CONTINU/ALTERNATIF

Le courant continu

Ce courant est appelé continu car il est toujours positif ou négatif.

Ce courant continu est délivré par un redresseur, un chargeur ou une batterie. C'est le seul type de courant que l'on sache emmagasiner dans les accumulateurs.

Oscillogramme



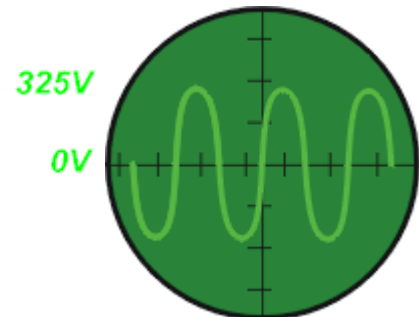
Le courant alternatif sinusoïdal

Ce courant est appelé alternatif sinusoïdal car il est positif et négatif toutes les 10 millisecondes et il a la forme du sinusoïde.

Sa tension crête est de 325V soit $230V \times 1.414$.

Ce courant alternatif sinusoïdal est délivré par le réseau EDF ou par un onduleur à sortie sinusoïdal comme en général les onduleurs "on-line" ou "line interactif" haut de gamme.

Oscillogramme



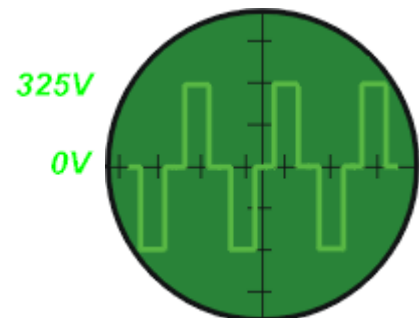
Le courant alternatif pseudo sinusoïdal

Ce courant est appelé alternatif pseudo sinusoïdal car il est positif et négatif toutes les 10 millisecondes et il s'approche d'une sinusoïde. Cette forme d'onde ne peut alimenter que les alimentations à découpage des ordinateurs.

Sa tension crête est de 325V soit $230V \times 1.414$.

Ce courant alternatif pseudo sinusoïdal est délivré uniquement par des onduleurs off-line ou "line interactif" d'entrée de gamme.

Oscillogramme

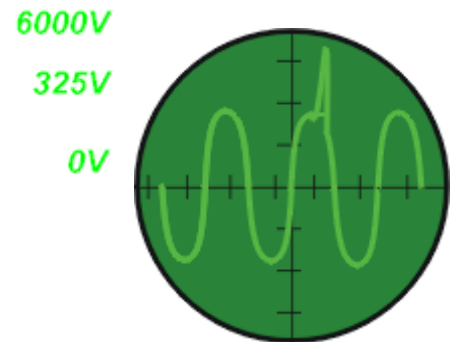


12- LA FOUDRE : EXPLICATIONS, DANGER ET PROTECTION

Les normes sur la protection contre la foudre

L'oscillogramme ci-contre montre l'onde qui est envoyée à l'onduleur. La surtension est de 6000 Volts et d'une durée de 5 micro secondes.

Si l'onduleur est conforme aux normes IEEE 587, la surtension de sortie doit être atténuée de 2000 pour un, soit une surtension de 3 Volts en sortie. Dans ces conditions, les appareils branchés derrière l'onduleur continuent à fonctionner.



Le marché et la norme (selon la norme NFC 61-740 version 07/1995)

Son entrée en vigueur rend obsolètes certains parafoudres anciens déjà installés et justifie leur remplacement. Elle contribue activement à la maturation du marché. La conception des parafoudres actuels, conformes à la norme en vigueur, marque une totale rupture par rapport aux modèles antérieurs. Ils ne peuvent plus être suspectés de perturber une installation électrique en effet : la déconnexion systématique en fin de vie du parafoudre élimine tout risque de court circuit et d'incendie.

Danger et nuisance de la foudre

Le risque foudre

- ❑ 2 000 000 de coups de foudre par an sur le territoire français
- ❑ 40% d'incendie dus à la foudre dans le monde rural
- ❑ nombre de blessés voire de tués important
- ❑ destruction des réseaux et équipements électriques et électroniques
- ❑ perte de données
- ❑ perte de communication
- ❑ arrêt de production
- ❑ logistique paralysée
- ❑ sécurité défaillante
- ❑ 35% des foyers en France ne sont pas assurés pour les dommages électriques, les 65% autres le sont dans les limites de la vétusté du matériel et l'application de la franchise

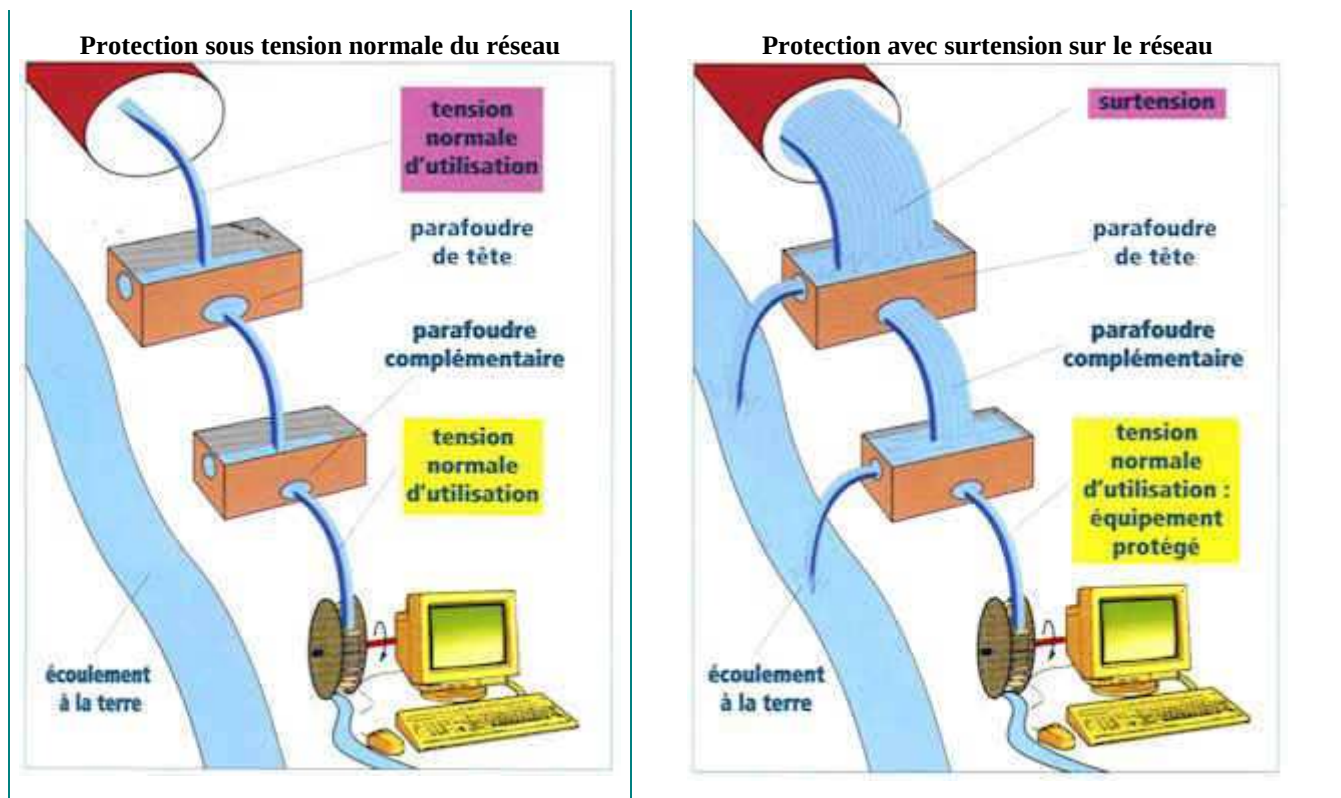
Un impact de foudre génère des surtensions qui sont véhiculées par tout type de conducteur (secteur, téléphone, TV, câble informatique, bus,...).

La multiplicité des réseaux, leurs interconnexions et la part croissante de l'électronique sensible dans notre vie quotidienne sont autant de facteurs qui augmentent le risque foudre. Ses conséquences sont perceptibles dans un rayon de 10Kms autour de l'impact au sol.

Les domaines les plus exposés sont:

- _ Les caisses enregistreuses
- _ Les ordinateurs
- _ Les appareils médicaux
- _ Les systèmes de contrôles d'accès
- _ Les téléviseurs, la HIFI
- _ Les distributeurs de billets
- _ Les automates
- _ Les fax et modems ...

illustration d'un réseau équipé de parafoudre



La solution contre la foudre : critères de sélection

Imax

- 15KA, 40KA, 65KA: trois niveaux correspondant à trois zones d'exposition.
- La C15-100 recommande un In mini de 5KVA soit un I_{max} de 15KA.
- Les parafoudres sont définis par le courant maximal de décharge qu'ils peuvent supporter une fois dans leur vie (c'est le seuil limite de fonctionnement sans destruction).
- Leur conception les rend endurants à supporter un grand nombre de chocs de foudre en fonctionnement normal. (Ex: un parafoudre ayant un I_{max} de 65KA tient 20 fois à 20KA, 150 fois à 10KA et 2500 fois à 2KA)

UP

- C'est le niveau de protection à prendre en compte suivant la sensibilité des matériels à protéger (plus le chiffre est bas, meilleure est la protection)
- UP de 2 à 1,8KV: Il s'agit de 90% des cas
- UP < à 1,8KV: Nous consulter 10% du marché. Haute sécurité électronique très sensible.

Marque NF-USE

La marque NF-USE, gage de la conformité totale à la norme NF C61 740 version 95 des parafoudres, est l'élément indispensable pour la sécurité et l'efficacité de la protection:

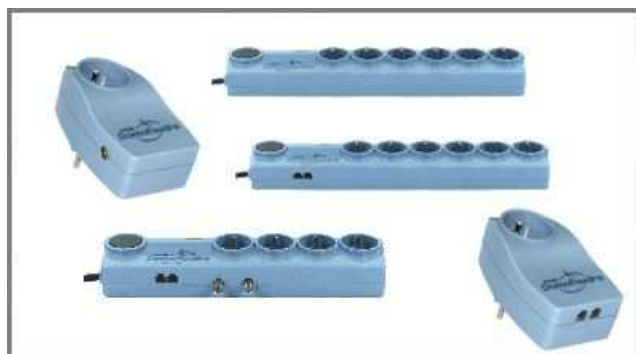
- > performances élevées des parafoudres aux chocs de foudre: **tenue à 20 chocs.**
- > **sécurité garantie en fin de vie : déconnexion et visualisation de l'état du parafoudre.**
- > Gamme complète permettant la coordination des parafoudres.
- > analyse et prise en compte du risque foudre : I_{max}

Attention: La C15-100 impose que les parafoudres soient conformes à la norme NF C61 740 version 07/1995. La marque **NF-USE** évite toute erreur.

Chaque année il y a plus de 2 000 000 d'impacts de foudre en France, soit plus de 4 impacts au km².

Aucune zone n'est épargnée. Les dégâts causés sont chaque année considérables.

Plus d'un quart des sinistres d'origine électrique est dû à la foudre et aux surtensions induites véhiculées par le réseau.



Quelques chiffres

Le montant moyen d'un sinistre atteint les 3 000 € pour une habitation domestique et dépasse souvent les 15 000 € pour une exploitation, sans compter les pertes de données difficiles à évaluer mais tout aussi dommageables.

Face à ce danger, seule la mise en place de parafoudre est efficace.

Le concept DomoFoudre, c'est :

L'association d'une protection de tête (parafoudre dans le tableau électrique) avec des protections terminales (parafoudre dans les prises de courant).

La prise en compte de tous les réseaux (secteur, TV, informatique, téléphone) au niveau des protections terminales.

Des solutions dédiées par applications prenant en compte la sensibilité des matériels (téléphonie, informatique, TV...)

Fiabilité est sécurité

Les parafoudres doivent être conformes à la norme NFC 61-740/95, c'est l'assurance d'une parfaite fiabilité et d'une sécurité optimale. Cette norme impose une tenue minimum du parafoudre à 20 chocs de foudre. Le parafoudre est donc conçu pour protéger les équipements pendant une longue période sans maintenance particulière.

En cas de coup de foudre exceptionnellement violent, sa conception et les nombreux tests effectués en laboratoire garantissent une fin de vie en toute sécurité.

Un voyant vert permet de savoir à tout moment si le parafoudre est opérationnel.

Les prises secteur sont conformes à la norme NFC61-303 et sont munies de protections « enfant » par éclipses.

DomoFoudre est adapté à tous type de réseaux.

Une protection adaptée à chaque type d'équipement électrique

Les équipements électriques peuvent recevoir des surtensions induites par la foudre par tous les conducteurs qui l'alimentent. (Énergie, données, communication). Il ne sert à rien de protéger la prise électrique si la prise téléphonique ou l'antenne ne le sont pas. Les protections domofoudre permettent la protection de tous les réseaux (électriques, antenne, téléphone)

13- CALCUL D'UN ONDULEUR

Cos phi ou facteur de puissance

C'est le cosinus de l'angle entre la tension et le courant, on le calcule en effectuant la division de la puissance réelle (Watt) par la puissance apparente (VA). Il est compris entre zéro et un. La puissance réelle ne peut pas être supérieure à la puissance apparente.

$$\text{Cos Phi} = \text{WATT} / \text{VA}$$

La puissance électrique des ordinateurs est, la plupart du temps, donnée en VA car c'est la plus simple à mesurer. C'est le résultat du produit entre le courant (Ampères) et la tension (Volts).

Choix de la puissance d'un onduleur

Pour choisir un onduleur, vous devez tenir compte du cos phi donc déterminer le facteur de puissance de votre charge (0,7 en général).

Certains onduleurs sur le marché ont été calculés pour un facteur de puissance de 0,6 mais dans la pratique, ceci se traduit par une obligation de décharger l'onduleur pour qu'il puisse assumer les 7%. Un appareil de 1000VA ne pourra pas alimenter 1000VA d'informatique mais seulement 857VA ($1000 \times 0,6 / 0,7$).

La vraie puissance d'un onduleur s'exprime en Watts

L'unique unité de mesure qui permet de comparer la vraie puissance d'un onduleur est le Watt qui s'obtient en multipliant la puissance en VA par le facteur de puissance.

Exemple : Un onduleur de 3kVA à cos phi=0,6 délivrera une puissance réelle de $3000 \times 0,6 = 1800$ Watts.

Un onduleur de 3kVA à cos phi 0,7 délivrera une puissance réelle de $3000 \times 0,7 = 2100$ Watts.

Comparer les watts délivrés par l'onduleur

Pour bien acheter un onduleur, il faut comparer sur des **bases identiques**.

Traditionnellement, la puissance électrique que l'onduleur peut délivrer sert de base de comparaison puisque c'est le **critère essentiel** de la taille d'un onduleur.

On peut comparer ce paramètre à celui de la puissance du moteur d'une voiture.

La puissance des onduleurs est souvent **définie en VA (Volt Ampère)**, mais il ne s'agit que d'une puissance apparente, alors que la vraie puissance est définie en **Watt (Puissance active)**.

Ainsi, vous pouvez trouver des onduleurs sur le marché ayant une puissance apparente de **500VA et une puissance active de 250 Watts** d'autres auront une puissance de 350Watts.

L'acheteur **non averti** aura l'impression d'acheter la même puissance alors que l'un sera 40% plus puissant que l'autre. **Ce n'est plus du tout la même chose !**

Certains constructeurs d'onduleurs ne communiquent même pas la puissance en Watts pour entretenir le flou.

Dans ce cas là, il existe deux autres moyens pour essayer de savoir ce que vaut réellement l'appareil.

1-Demander le facteur de puissance ou le Cos Phi de l'appareil. En multipliant le Cos Phi par la puissance apparente (VA) on obtient la puissance active (Watt). En général, il est compris entre 0,6 et 0,7.

2-Demander les caractéristiques de la batterie de l'onduleur. (tension, Ampère heure, nombre) Cet élément essentiel de l'onduleur est obligatoirement dimensionné pour délivrer une puissance active.

A puissance apparente égale (VA), si un appareil présente une batterie avec moins d'Ampères Heure, vous pourrez en déduire deux hypothèses:

- La puissance active (Watts) est moindre
- L'autonomie est moins importante

Vous n'achetez pas la même chose

En conclusion, pour bien acheter, il faut comparer les Watts, et toujours avoir en tête que le facteur de puissance de l'informatique est de 0,7. Pour des raisons de compétitivité, certains constructeurs ont introduit des facteurs de puissance différents (0,6 voir 0,5 pour certains 600VA extra plats).

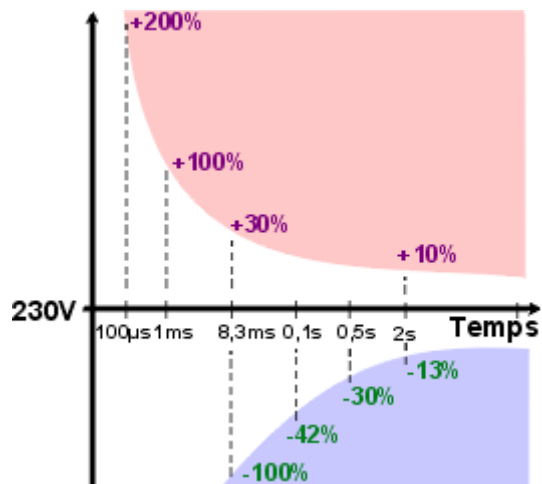
Comment doit-on alimenter un ordinateur ?

Ce graphique représente la tension que peut supporter un ordinateur sans dysfonctionnement suivant les normes ANSI C84.1.

Si la combinaison temps/tension appliquée à l'équipement sensible se trouve dans la zone rose ou bleu, le matériel ne pourra fonctionner convenablement

Exemple:

Il doit pouvoir supporter une coupure totale (tension à 0V) pendant 8,3ms. Il doit pouvoir supporter une surtension de 200% pendant 100µs.



Toute tension appliquée en dehors de cette courbe peut engendrer des anomalies de fonctionnement voir des destructions de matériels.

Ainsi, on perçoit parfaitement pourquoi un onduleur off-line peut alimenter un ordinateur, l'onduleur off-line commute en 4 ms et l'équipement peut supporter une coupure de 8,3ms.

Calculer la puissance de l'onduleur

Vous avez le choix entre deux méthodes pour déterminer la puissance de votre équipement (ordinateur ou ensemble complet) :

Méthode 1: Vous pouvez déterminer la puissance électrique de votre ordinateur selon ses caractéristiques techniques (processeur, écran, nombre de disques durs, etc.)

Étape 1 : sélectionner le format physique de votre ordinateur : Type d'ordinateur

Étape 2 : sélectionner le type de micro processeur et le nombre

Étape 3 : sélectionner le format de l'écran : Type d'écran

Étape 4 : indiquer le nombre de disques durs supplémentaires, en standard il y en a un

Étape 5 : sélectionner le type d'imprimante

Étape 6 : indiquer s'il y a des haut-parleurs et de quelle puissance

Étape 7 : indiquer le nombre de modems

Étape 8 : indiquer le nombre de cartes réseaux connectées à l'ordinateur

Étape 9 : est ce que l'ordinateur est équipé d'un lecteur de CD Rom ?

Étape 10 : voulez vous protéger le scanner ?

Étape 11 : y a-t'il un périphérique de sauvegarde ?

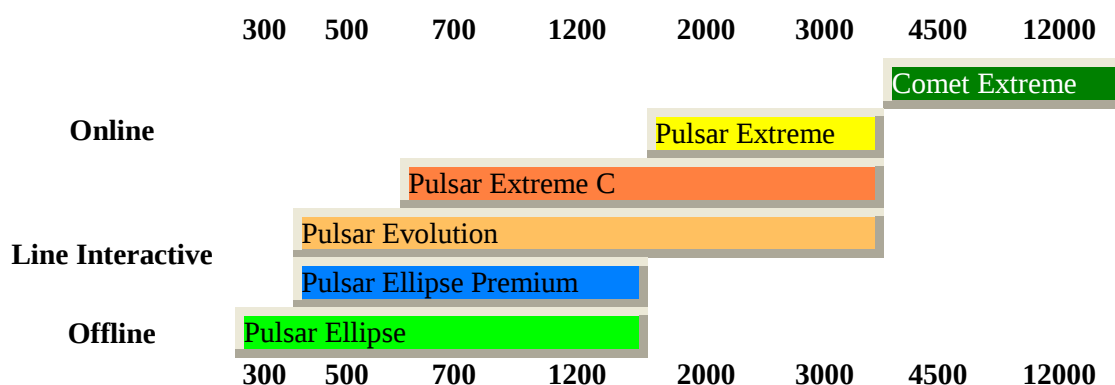
Étape 12 : calculez la puissance électrique totale

Méthode 2: Vous pouvez rechercher la puissance électrique à partir de tableaux de désignations

Désignation	Marque	Puis.(VA)
1000	ACER	280
1024	COMPAQ	68
1100/20	ACER	160
1100/25	ACER	184
1100/25 AVEC MONITEUR VGA 14 POUCES	ACER	240
1100/33	ACER	184
1100/33 AVEC MONITEUR VGA 14 POUCES	ACER	248

COMMENT CHOISIR UN ONDULEUR MGE UPS POUR L'INFORMATIQUE ?

La gamme MGE UPS est présente dans les trois technologies Offline, Line Interactive et vrai Online. Dans le domaine informatique, les onduleurs proposés vont de 300 à 12000 VA. Le schéma suivant permet de choisir un modèle par puissance et par technologie.



Les modèles sont proposés dans divers facteurs de forme :

- Pulsar Ellipse et Ellipse Premium : design compact utilisable indifféremment à l'horizontale ou à la verticale
- Pulsar Evolution : tour ou rack 19". Au format rack, les modèles occupent 1 U ou 2 U selon la capacité
- Pulsar Extreme C : tour ou rack 19" en hauteur 2 U
- Pulsar Extreme : tour ou rack 19" en hauteur 4 U

- Comet Extreme: tour ou rack 19", de hauteur 8 U à 13 U selon la capacité

MGE UPS propose également des onduleurs d'infrastructure (triphasé / triphasé), mais ceux-ci ne sont pas commercialisés par le secteur informatique, mais par les professionnels de l'électricité.

Autres informations sur [MGE UPS Systems \(Merlin Gérin\)](#)

Aide au calcul de la puissance

Type de matériel	Quantité	Type de matériel	Quantité
Fax : 130va	0	Station de travail : 350va	0
Moniteur 15 pouces : 130va	0	Station de réseau : 100va	0
Moniteur 17 pouces : 180va	0	Serveur tour : 300va	0
Moniteur 21 pouces : 220va	0	Serveur RISC : 500va	0
PC : 250va	0	Super serveur : 750va	0
Imprimante jet d'encre : 150va	0	Sauvegarde externe : 150va	0
Imprimante laser 4/8 ppm : 350va	0	Mémoire de masse ext. : 300va	0
Imprimante laser 15/20ppm : 800va	0	Routeur d'agence : 150va	0
Imprimante matricielle : 150va	0	Hub modulaire en chassis : 300va	0
Modem : 30va	0	Pont : 100va	0
Total:	0 VA		

Travail personnel



A partir du cahier des charges proposer un onduleur.

Cahier des charges

Type de matériel	Quantité	Type de matériel	Quantité
Fax : 130va	3	Station de travail : 350va	1
Moniteur 15 pouces : 130va	5	Station de réseau : 100va	0
Moniteur 17 pouces : 180va	2	Serveur tour : 300va	1
Moniteur 21 pouces : 220va	0	Serveur RISC : 500va	0
PC : 250va	7	Super serveur : 750va	0
Imprimante jet d'encre : 150va	0	Sauvegarde externe : 150va	1
Imprimante laser 4/8 ppm : 350va	1	Mémoire de masse ext. : 300va	0
Imprimante laser 15/20ppm : 800va	0	Routeur d'agence : 150va	0
Imprimante matricielle : 150va	0	Hub modulaire en chassis : 300va	0
Modem : 30va	0	Pont : 100va	0
		Total	

Prévoir une réserve d'évolution de 10%.

L'onduleur sera de forme tour standard avec une compatibilité électromagnétique de type A.

Préciser le type de l'onduleur (online, offline, line interactive) avec sa définition.

Choisir un onduleur.

Donner ses références ainsi que celles des modules batterie, puissance et chargeur.

Quel sera le poids de l'ensemble ?

Caractéristiques techniques

Comet EXtreme	4,5 kVA	6 kVA	9 kVA	12 kVA
Performances				
Puissance	3 kWatts	3,9 kWatts	6 kWatts	8 kWatts
Technologie	on-line double conversion			
Tension d'entrée	160-265 Volts à 100 % de charge 120 à 160 Volts à 65 % de charge 85 à 120 Volts à 50 % de charge			
Fréquence d'entrée	50/60 Hz (+/- 10 %)			
Rendement	92 %			
Distorsion en courant THDI	< 5 %			
Capacité de surcharge	250 % 1 s ; 160 % 10 s ; 130 % 60 s			
Tension de sortie	200/208/230/240/250 Volts			
Fréquence de sortie	50/60 HZ autosélection			
Température de fonctionnement	0°C à 40°C en permanent			
Autonomie à 70 % charge / 100 % charge (valeurs typiques après 3 cycles de décharge, batteries 3-5 ans)				
Autonomie standard	20 mn/12 mn	12 mn/9 mn	20 mn/12 mn	12 mn/9 mn
Autonomie LA	45 mn/30 mn	35 mn/20 mn	45 mn/30 mn	35 mn/20 mn
Autonomie X LA (1)	70 mn/55 mn	55 mn/40 mn	70 mn/55 mn	55 mn/40 mn
Raccordement				
Bornier entrée/sortie (option	câble souple 4 à 10 mm ²		câble souple 10 mm ²	
Réglette de prise Comet PDU)	câble rigide 4 à 16 mm ²		câble rigide 10 à 16 mm ²	
Communication				
Port	1 RS 232			
Slots de communication	2 slots pour cartes de format transverse (HTTP/XMLWebcard/Jbus...)			
Normes et certifications				
Performance et sécurité	EN 50091-3 ; EN 50091-1 ; IEC 60 950.			
CEM	EN 50091-2 ; EN 55022/B,EN 55011/B, IEC 61000-4, IEC 61000-3-2.			
Certification	TUV, GS mark, C-Tick,CE			
Dimensions (H x L x P en mm) et poids				
Comet EXtreme (autonomie standard)				
format tour	443 x 346 x 465 ; 62 kg		443 x 562 x 465 ; 118 kg	
rack	354 (8U) x 483 x 462 ; 69 kg		575 (13 U) x 483 x 462 ; 129 kg	
Module puissance Comet EXtreme				
format tour	443 x 173 x 465 ; 14 kg		443 x 216 x 465 ; 22 kg	
rack	177 (4U) x 483 x 462 ; 18 kg		221 (5U) x 483 x 462 ; 27 kg	
Module batterie Comet EXB				
format tour	443 x 173 x 465 ; 48 kg		443 x 346 x 465 ; 96 kg	
rack	177 (4U) x 483 x 462 ; 51 kg		354 (8U) x 483 x 462 ; 102 kg	
Module chargeur Comet CLA				
format tour	443 x 173 x 465 ; 14 kg		443 x 346 x 465 ; 28 kg	
rack	177 (4U) x 483 x 462 ; 17 kg		354 (8U) x 483 x 462 ; 34 kg	

Références commerciales

Comet EXtreme		4,5 kVA	6 kVA	9 kVA	12 kVA
Onduleur autonomie standard					
tour	CEM niveau A	67 861	67 881	67 901	67 921
	CEM niveau B + EPO	67 865	67 885	67 905	67 925
rack	CEM niveau B	67 875	67 895	67 915	67 935
	CEM niveau B + EPO	67 873 + 67 991	67 893 + 67 991	67 913 + 67 995	67 933 + 67 995
Module batterie Comet EXB					
tour	standard / EPO	67 970 / 67 971		67 974 / 67 975	
rack	standard / EPO	67 990 / 67 991		67 994 / 67 995	
Module puissance Comet EXtreme					
tour	CEM niveau A	67 860	67 880	67 900	67 920
	CEM niveau B	67 863	67 883	67 903	67 923
rack	CEM niveau B	67 873	67 893	67 913	67 933
Module chargeur Comet CLA					
tour / rack		67 886 / 67 896		67 926 / 67 936	

Autocorrection

Type de matériel	Quantité		Type de matériel	Quantité	
Fax : 130va	3	130*3=390	Station de travail : 350va	1	350*1=350
Moniteur 15 pouces : 130va	5	130*5=650	Station de réseau : 100va	0	
Moniteur 17 pouces : 180va	2	180*2=360	Serveur tour : 300va	1	300*1=300
Moniteur 21 pouces : 220va	0		Serveur RISC : 500va	0	
PC : 250va	7	250*7=1750	Super serveur : 750va	0	
Imprimante jet d'encre : 150va	0		Sauvegarde externe : 150va	1	150*1=150
Imprimante laser 4/8 ppm : 350va	1	350*1=350	Mémoire de masse ext. : 300va	0	
Imprimante laser 15/20ppm : 800va	0		Routeur d'agence : 150va	0	
Imprimante matricielle : 150va	0		Hub modulaire en chassis : 300va	0	
Modem : 30va	0		Pont : 100va	0	
			Total		4300VA

Prévoir une réserve d'évolution de 10%.

$$4300 + 10\% * 4300 = 4300 + 430 = 4730VA$$

Préciser le type de l'onduleur (online, offline, line interactive) avec sa définition.

Onduleur online type comet extreme : voir 4-7. TECHNOLOGIE ON-LINE mono-conversion

Choisir un onduleur.

Onduleur comet extreme de 6kVA

Donner ses références : **67881** ainsi que celles des modules batterie : **67970**, puissance : **67880** et chargeur : **67886**.

Quel sera le poids de l'ensemble ? **62+14+48+14=138kg**