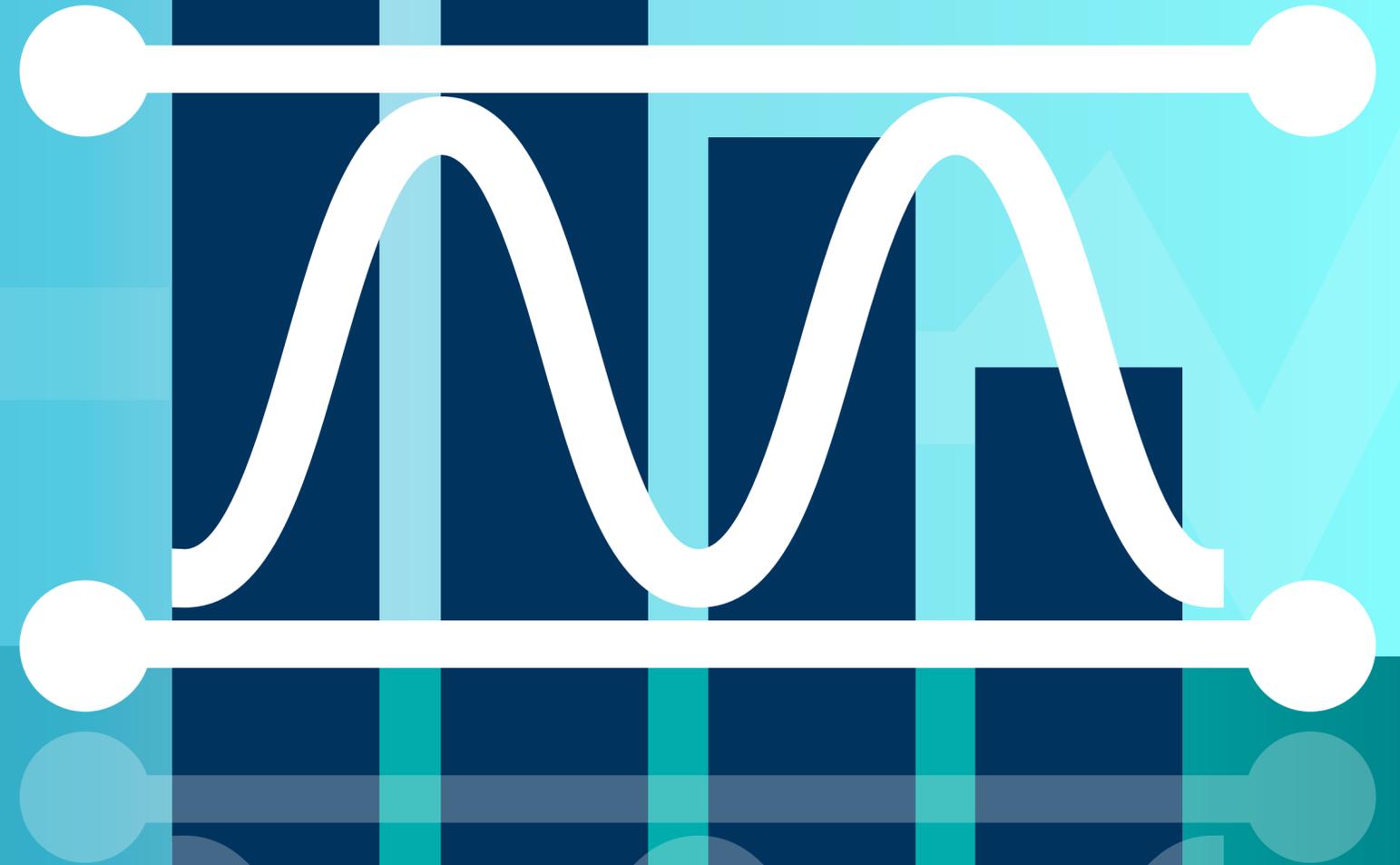


QU'EST- CE QU'UN ONDULEUR ?



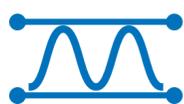
APPRENDRE D'UN LEADER MONDIAL POUR PROTEGER VOTRE INFRASTRUCTURE

Ce guide fait partie des nouvelles séries « Principes fondamentaux » d'Eaton. Son objectif est d'introduire des thèmes, des technologies et des considérations relatives au produit concernant l'alimentation sans interruption (onduleur). Cela en fait un document d'information utile pour des discussions détaillées et pour vous aider à répondre à vos propres exigences spécifiques aux onduleurs, que ce soit pour un bureau, un entrepôt, un hôpital, une division, un datacenter ou autre bâtiment doté d'une infrastructure informatique et opérationnelle essentielle à votre business.

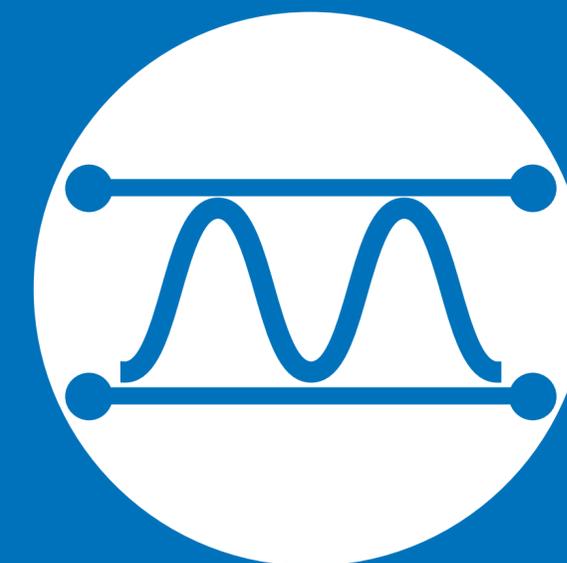
Six sections faciles à parcourir vous emmènent des bases de la protection électrique jusqu'à la conception du système, la conformité et trois exemples différents d'infrastructures critiques : un environnement industriel, un environnement hospitalier/secteur médical et un centre commercial.

DÉCOUVREZ EATON

Eaton est un leader mondial en matière de solutions de protection, de distribution et de gestion d'énergie. Nous offrons une gamme complète de produits et de services conçus pour servir les besoins du réseau électrique de l'industrie, des institutions, du gouvernement, des services publics, du secteur commercial, résidentiel et informatique, et des fabricants d'équipement critiques à l'échelle mondiale. Notre portefeuille comporte des alimentations sans interruption (onduleurs), des parafoudres, des unités de distribution électrique (PDU), des surveillances à distance, des compteurs, des logiciels, des connectivités, des racks et des offres de services.

1		2		3		4		5		6							
QU'EST-CE QU'UN ONDULEUR ?		COMPRENDRE LES TECHNOLOGIES FONDAMENTALES		CHOIX DES PRODUITS ET SERVICES		FACTEURS INFLUANT SUR LA CONCEPTION DU SYSTÈME		MISE EN CONFORMITÉ		CHOIX DE LA TECHNOLOGIE ONDULEUR SELON L'APPLICATION							
	03		07		10		19		23		26						
1.1	Qu'est-ce qu'un onduleur ?	04	2.1	Topologies Onduleurs	08	3.1	Modularité	11	4.1	Six questions clés pour éclairer votre choix d'onduleur	20	5.1	Conformité	24	6.1	Trois installations onduleurs typiques	27
1.2	Les 9 problèmes électriques courants	05	2.2	Série d'onduleurs d'Eaton	09	3.2	Technologies de pointe	12	4.2	Coût total de possession	22	5.2	Cybersécurité	25	6.2	Onduleurs : La check list	29
1.3	Alimentation électrique monophasée et triphasée	06				3.3	Redondance	14									
						3.4	Accessoires	15									
						3.5	Cybersécurité	16									
						3.6	Logiciel	17									
						3.7	Services	18									

QU'EST-CE QU'UN ONDULEUR ?



Dans cette section, vous découvrirez :

- Le rôle d'un onduleur dans la protection des infrastructures critiques
- L'éventail des problèmes d'alimentation du réseau électrique ayant une incidence sur la continuité des activités
- Les différences entre l'alimentation électrique monophasée et triphasée



1.1

Qu'est-ce qu'un onduleur ?

La capacité d'être de plus en plus connectés à l'informatique exige des systèmes de plus en plus sophistiqués pour protéger son alimentation électrique et garantir une continuité de service optimale. C'est le job de l'onduleur.



1.2

Les 9 problèmes courants du réseau électrique

Le réseau électrique n'est ni homogène, ni prévisible. Une large gamme d'événements sur le réseau électrique peut compromettre la disponibilité des entreprises.



1.3

Alimentation électrique monophasée et triphasée

Les parcs onduleurs peuvent fournir de l'alimentation électrique de deux manières différentes pour s'adapter à la protection nécessaire et aux bâtiments dans lesquels l'infrastructure protégée est située.

« La nécessité d'une source d'alimentation propre et ininterrompue n'a jamais été aussi vitale, car les bâtiments dépendent de plus en plus de l'informatique connectée au réseau, de l'IoT et d'autres appareils électroniques sensibles »

POURQUOI AVONS-NOUS BESOIN D'UN ONDULEUR ?

Les bâtiments commerciaux, les établissements de santé, les datacenters et autres environnements complexes nécessitent tous une alimentation électrique fiable et économique pour l'éclairage de sécurité, les ascenseurs, les systèmes de fermeture de porte, les serveurs, les ordinateurs et les autres infrastructures essentielles à leur mission. Toute interruption de cette alimentation peut avoir des conséquences allant d'un inconfort mineur ou une atteinte à la réputation de l'entreprise affectée jusqu'à des incidents de sécurité, de santé voire d'effets de panique ou même de décès.

La nécessité d'une source d'alimentation propre et ininterrompue n'a jamais été aussi vitale, car les bâtiments dépendent de plus en plus de l'informatique et d'autres appareils électroniques sensibles connectés, et le seront encore plus à l'avenir. Cela signifie que la capacité de gérer les chutes et les pics de tension et les impacts de charge, parallèlement au bruit de ligne et d'autres variables d'alimentation, est tout aussi important que la gestion des pannes totales.

Un système d'alimentation sans interruption assure cette sécurité – permettant aux organisations de maximiser la disponibilité de la continuité de service et de protéger des données précieuses qui pourraient être corrompu ou même perdues complètement. Lorsque la qualité de l'alimentation se détériore ou que le courant tombe en panne, il détecte et fournit une protection quasi instantanée contre les interruptions afin qu'une source d'alimentation de secours comme un générateur puisse être activé ou que l'équipement puisse être arrêté proprement.

« Un onduleur vous protège contre une multitude de menaces, notamment les coupures de courant, les surtensions et les impacts de charge. »



LES 9 PROBLÈMES COURANTS DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE

Le graphique suivant détaille les 9 problèmes courants du réseau électrique avec un potentiel d'impact sur la continuité de service dans les bâtiments tertiaires et les datacenters, ainsi que dans les secteurs des télécommunications, de la santé et de l'industrie. Nous explorerons les différentes technologies onduleurs disponibles pour relever ces défis dans le prochain chapitre.

	1. COUPURE SECTEUR	2. CREUX DE TENSION	3. PIC DE COURANT	4. BAISSÉ DE TENSION	5. SURTENSION	6. INTERFÉRENCES ÉLECTRIQUES	7. VARIATIONS DE FRÉQUENCE	8. REGIMES TRANSITOIRES (COMMUTATION)	9. DISTORSION HARMONIQUE
PROBLEME	Perte totale de l'alimentation électrique, également connue sous le nom de panne d'électricité	Basse tension à court terme	Stabilité aux variations de tension très rapide et à court terme supérieure à 110 % de la valeur nominale	Tension réseau réduite de quelques minutes à quelques jours	Tension réseau augmentée de quelques minutes à quelques jours	Signal haute fréquence	Fréquence instable	Micro-coupures (<1ms)	généralement transmises par des charges non linéaires
CAUSE	<ul style="list-style-type: none"> Défaillance de l'infrastructure du réseau Tempête Objets frappant des lignes ou des poteaux Incendie Erreur humaine 	<ul style="list-style-type: none"> Impacts de charge Défaillance de l'infrastructure du réseau Parafoudres Alimentation électrique insuffisante pour répondre à la demande 	<ul style="list-style-type: none"> Parafoudres Commutation de ligne ou de condensateur Déconnexion de charges lourdes. 	<ul style="list-style-type: none"> Peut être une réduction intentionnelle de la tension des services publics pour conserver l'énergie pendant les périodes de pointe ou autres charges lourdes dépassant la capacité d'alimentation 	<ul style="list-style-type: none"> Démarrage/arrêt de charges lourdes Sources d'alimentation mal dimensionnées Transformateurs mal réglés 	<ul style="list-style-type: none"> Soit RFI ou EMI Interférence générée par les émetteurs, les appareils de soudure, les imprimantes laser et les parafoudres, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Groupe électrogène ou autre source secondaire 	<ul style="list-style-type: none"> Parafoudres Charges commutées et batteries de condensateurs Ouverture et fermeture des connexions sur les lignes sous tension Opérations de réenclenchement sur des transformateurs 	<ul style="list-style-type: none"> Alimentations électriques en mode commuté Moteurs et entraînements à vitesse variable Charges non linéaires telles que les imprimantes
IMPACT DIRECT	<ul style="list-style-type: none"> Domages à l'équipement et perte de données Volume d'inventaire réduit 	<ul style="list-style-type: none"> Pannes de matériel Matériel endommagé – surtout avec des appareils électroniques sensibles comme des ordinateurs Accumulation de chaleur dans les onduleurs, ainsi que réduction de la durée de vie de l'équipement 	<ul style="list-style-type: none"> Les tensions supérieures à 6 000 volts entraînent presque toujours une perte de données ou des dommages matériels Les surtensions peuvent endommager l'électronique délicate, causer des incendies et perturber les circuits Erreurs de traitement des données, perte de données et interférences électromagnétiques 	<ul style="list-style-type: none"> Les lumières s'éteignent et clignotent Les appareils de haute technologie tels que les ordinateurs, les téléviseurs et autres sont particulièrement vulnérables à l'arrêt, au dysfonctionnement ou à la destruction complète 	<ul style="list-style-type: none"> Perte de données Scintillement de l'écran Endommagement de l'équipement 	<ul style="list-style-type: none"> Interférence dans la réception radio et télévision, y compris la télévision par câble et les services Internet Perte de communications essentielles pour les policiers, les pompiers, les militaires et d'autres utilisateurs de services critiques 	<ul style="list-style-type: none"> Moteurs pouvant fonctionner plus ou moins rapidement, ce qui entraîne une inefficacité, un excès de chaleur et une dégradation. 	<ul style="list-style-type: none"> Dégradation (réduction de la durée de vie de l'équipement) Défaillance de l'équipement (particulièrement en ce qui concerne les services essentiels comme les systèmes d'alarme incendie et sécurité) 	<ul style="list-style-type: none"> Erreurs de communication, surchauffes et dommages matériels.

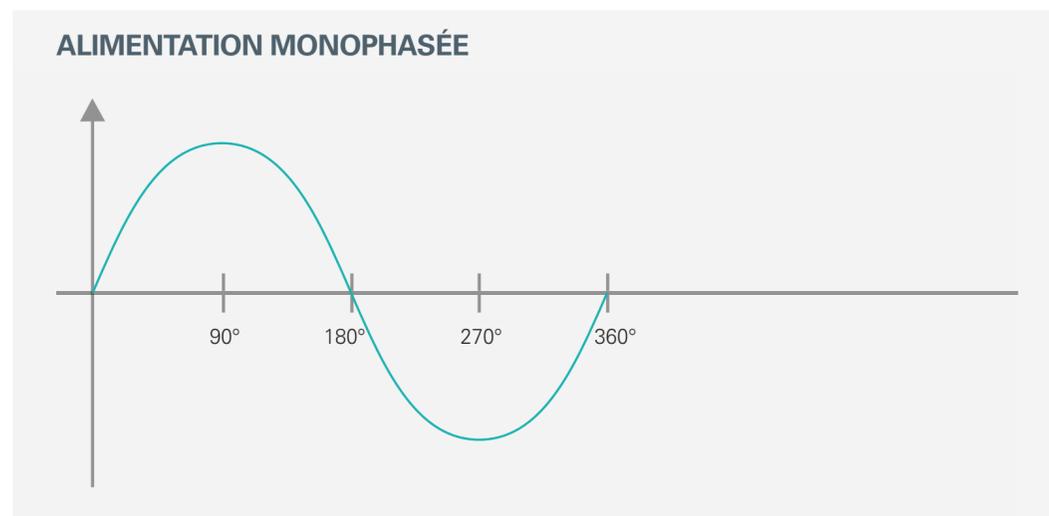
ALIMENTATION ÉLECTRIQUE MONOPHASÉE ET TRIPHASÉE

Le saviez-vous ?

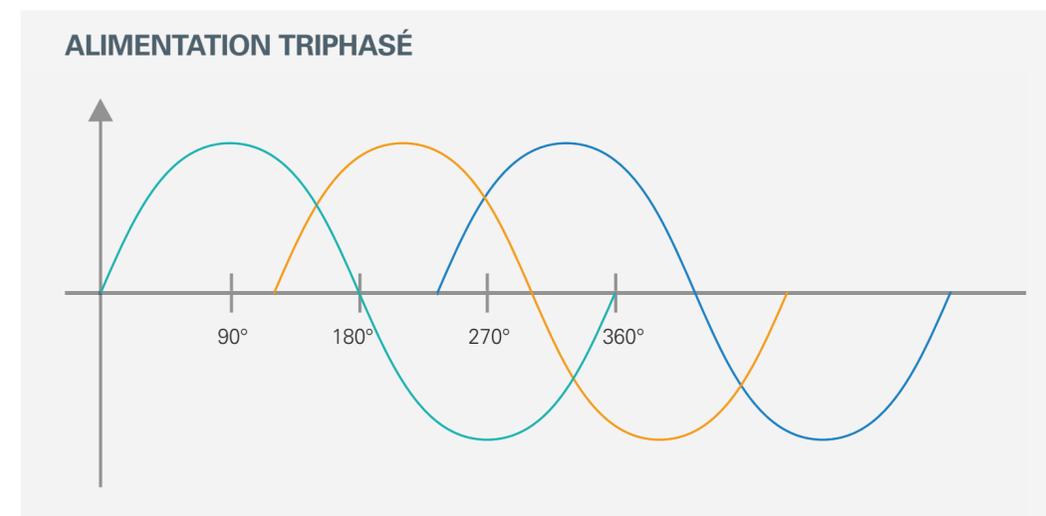
L'alimentation électrique d'un bâtiment commercial ou industriel est toujours triphasée. Un onduleur monophasé utilise simplement une de ces phases.



En fonction des caractéristiques du bâtiment, de la puissance nécessaire pour y faire fonctionner les infrastructures et des applications concernées, les parcs onduleurs sont conçus pour fournir une alimentation monophasée ou triphasée.

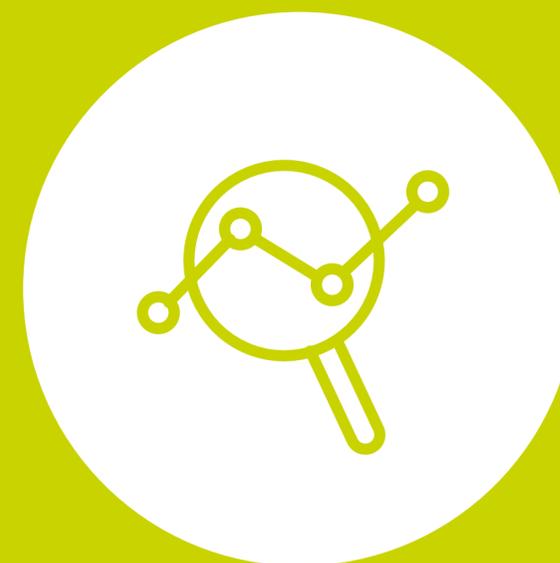


L'onduleur monophasé fournit une seule onde sinusoïdale de 230V. Il est généralement utilisé pour protéger le chauffage, l'éclairage, les serveurs, les équipements télécoms ou les systèmes informatiques et les commutateurs réseau, ou tout dispositif qui fonctionne directement à partir d'un interrupteur secteur standard comme un ordinateur portable ou un téléviseur.



L'onduleur triphasé utilise trois ondes monophasées décalées qui se combinent pour fournir 400 V (ou 380 V ou 415 V pour répondre aux normes nationales). Ceci a tendance à être utilisé dans des environnements industriels et commerciaux avec des charges critiques plus importantes, car il offre plus de puissance et d'efficacité.

COMPRENDRE LES TECHNOLOGIES FONDAMENTALES



Dans cette section, vous découvrirez :

- Les différentes topologies onduleurs selon les besoins de protection
- Les gammes de produits qui les couvrent



2.1

Topologies Onduleurs

Trois topologies d'onduleur sont disponibles – chaque approche incrémentale dans la gamme de problèmes couverts – et vous permettent de relever les principaux défis de l'alimentation électrique.



2.2

Gammes d'onduleur Eaton

Nos gammes de produits 3, 5 et 9 sont conçues pour répondre à toutes les exigences de l'onduleur.

« Le choix de la topologie qui répondra le mieux à vos besoins sera influencé par le niveau de fiabilité et disponibilité requis, le type d'équipement à protéger et l'application ou l'environnement concerné »

TOPOLOGIES ONDULEUR

Les différentes topologies de l'onduleur offrent différents degrés de protection. Le choix de celle qui répondra le mieux à vos besoins sera influencé par le niveau de fiabilité et de disponibilité requis, le type d'équipement à protéger et/ou l'environnement concerné.

Nous présentons les trois topologies les plus courantes – **Off Line**, **Line interactive** et **On Line** (double conversion). Chacune fonctionne d'une manière différente, chaque série ajoutant une protection supplémentaire. L'application et sa criticité déterminent quelle topologie convient le mieux à la tâche.

Les technologies d'onduleurs rotatifs sont utilisées beaucoup moins fréquemment.

3



OFF LINE

> Résout trois problèmes d'alimentation :
coupure secteur, creux de tension et **surtension**.

LINE-INTERACTIVE

> Résout cinq problèmes d'alimentation : ceux résolus par le **OFF Line** PLUS **baisse de tension** et **hausse de tension**

ON LINE (Double Conversion)

> Résout les neuf problèmes d'alimentation : comme le **line interactive** PLUS **bruit de ligne, variation de fréquence, distorsion transitoire** et **distorsion harmonique**.

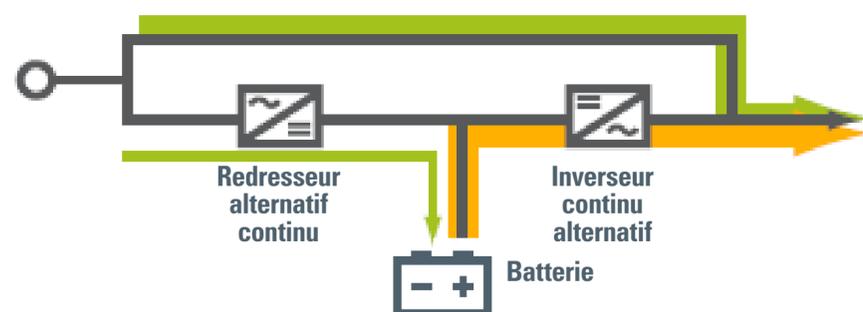
LES SÉRIES D'ONDULEUR EATON

Eaton propose des produits pour répondre à tous les besoins onduleur. Chacune de nos trois principales séries de produits porte le nom des neuf problèmes d'alimentation communs qu'il résout :

EATON SÉRIES 3 (OFF LINE) :

Une solution de base qui protège le matériel non critique et les données fonctionnant en mode veille.

Utilisé pour protéger les PC



Résout trois problèmes d'alimentation : **coupure secteur, chute de tension et surtension**

- L'onduleur alimente l'application directement à partir du secteur en mode normal, filtré mais sans conversion active.
- La batterie est chargée sur le secteur – fournissant une alimentation stable via l'onduleur en cas de coupure de courant ou

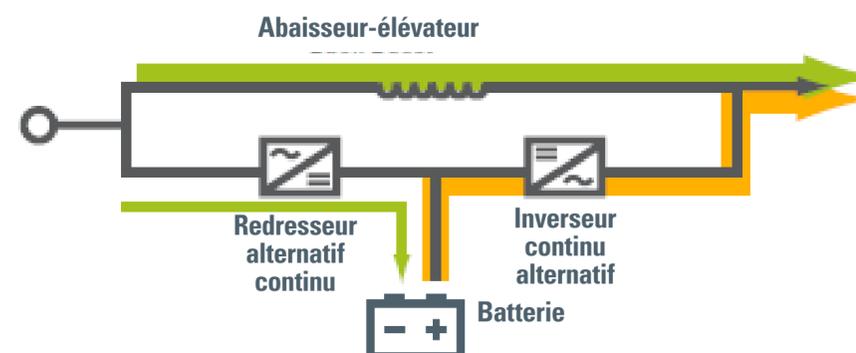
de fluctuation.

- Une solution à faible coût offrant une protection suffisante pour les environnements de bureau. La technologie Off Line ne convient pas lorsque l'alimentation électrique est de mauvaise qualité (par exemple sur des sites industriels) ou soumise à de fréquentes perturbations.

EATON SÉRIES 5 (LINE INTERACTIVE) :

Offre une solution intermédiaire pour les environnements de bureau et les serveurs, avec de bonnes options de communication.

Utilisé pour protéger l'informatique d'entreprise.



Résout cinq problèmes d'alimentation : **ceux du Off Line PLUS baisse et hausse de tension**

- L'onduleur est contrôlé par un microprocesseur en mode normal qui surveille la qualité de l'alimentation et réagit aux fluctuations.

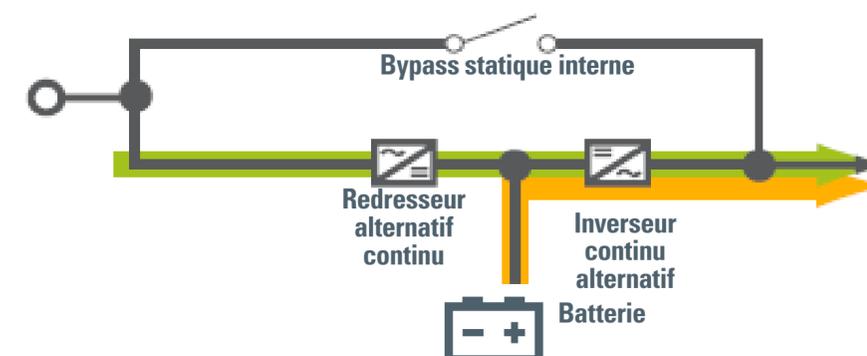
- Un circuit de compensation de tension augmente ou réduit la tension d'alimentation pour compenser les fluctuations.

Le principal avantage du line interactive est qu'il permet de compenser les baisses et hausses de tension sans utiliser les batteries.

EATON SÉRIES 9 (ON-LINE DOUBLE CONVERSION) :

Il présente **des onduleurs double conversion** avec une excellente connectivité et des options de communication pour fournir une protection complète contre tous les types de problèmes d'alimentation – fournir une continuité de service de 100 % pour les applications les plus critiques.

Utilisé lorsque une protection électrique complète est nécessaire ou pour protéger tout équipement qui est très sensible aux fluctuations de puissance.



Résout les neuf problèmes d'alimentation : **ceux du Line interactive PLUS bruit de ligne, variation de fréquence, distorsion transitoire ou distorsion harmonique.**

- Assure une qualité d'alimentation électrique constante quelles que soient les perturbations du réseau.

- Élimine les interférences électriques puisque la tension de sortie est entièrement régénérée par une double conversion AC /DC puis DC /AC.

La technologie On Line double conversion peut être utilisée avec n'importe quel type d'équipement, car il n'y a pas de transitoire de commutation lors du passage à la batterie.

Dans cette section, vous découvrirez :

- Les avantages de la modularité
- La façon dont les technologies de pointe augmentent les coûts et l'efficacité opérationnelle
- La redondance et l'incidence sur la disponibilité
- Les accessoires, la cybersécurité, les logiciels et les services qui permettent aux onduleurs de fonctionner tels qu'ils ont été conçus



CHOIX DES PRODUITS ET SERVICES



3.1

Modularité

Les modules de puissance des onduleurs vous permettent de répondre à vos besoins spécifiques en matière de redondance aujourd'hui et à l'avenir, en cas d'augmentation de puissance.



3.2

Technologies avancées

Contrôler les coûts d'exploitation avec une technologie intelligente qui permet d'économiser de l'argent et de l'énergie, notamment avec la technologie VMMS (Variable Module Management System) et la technologie ESS (Energy Saving System).



3.3

Redondance

Savoir comment accroître la disponibilité et la résilience au niveau des modules de puissance, des onduleurs ou de l'ensemble du système pour limiter le risque d'interruption de service.



3.4

Équipements complémentaires

Comprendre le rôle des accessoires dans un parc onduleur comme des extensions batteries, des bypass de maintenance et des cartes de communication.



3.5

Cybersécurité

Avec la cybermenace qui grandit chaque jour, la résilience contre les attaques est vitale. Connaître les implications de la technologie opérationnelle (OT) et sa convergence avec l'informatique (IT), ainsi que l'importance d'un cycle de développement sécurisé, est critique lors de la spécification de votre onduleur.



3.6

Logiciel

Les logiciels avancés de gestion d'énergie ne se contentent pas de surveiller l'état du système et les conditions environnementales – ils peuvent prendre des mesures indépendantes pour protéger les infrastructures critiques.

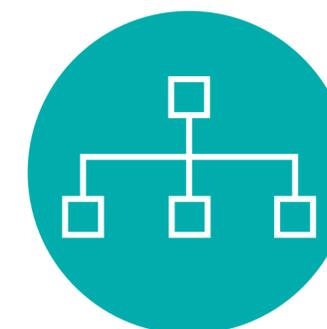


3.7

Services

S'assurer que vous avez accès à des services efficaces de votre fournisseur onduleur est aussi important que de choisir le bon produit ou le bon logiciel pour la gérer.

MODULARITÉ



Adopter une approche modulaire de la conception du parc onduleur – à l’aide de modules de puissance (UPM) qui sont essentiellement de petits onduleurs – apporte une évolutivité facile. Cela vous permet de répondre à vos besoins spécifiques en matière d’alimentation et de redondance, aujourd’hui et à l’avenir, en cas d’augmentation. Ils peuvent également être « remplaçables à chaud », ce qui évite un transfert sur bypass et augmente la disponibilité de l’alimentation critique en permettant le remplacement du module tandis que d’autres modules restent en ligne.

L’exemple montre un onduleur de 200 kW alimentant une charge de 150 kW, équipé de 4 modules de 50 kW. En cas de défaut dans un module, il s’isolera en permettant aux trois autres de continuer d’alimenter la charge requise de 150 kW. Cela rend le système plus résistant aux pannes.

En connectant les modules et/ou les onduleurs en parallèle, vous pouvez soit augmenter la puissance du système ou sa redondance (voir la [Section 3.3](#) pour plus d’informations à ce sujet).

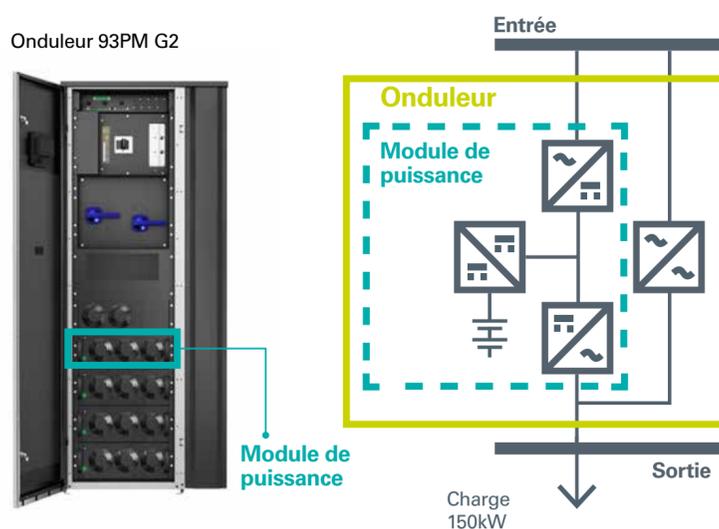


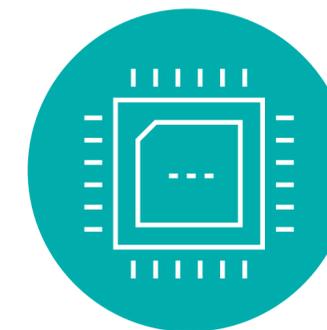
Figure 1 : onduleur 200 kW avec x4 modules de 50 kW

Le graphique suivant résume l’équation caractéristiques/coûts lors de la comparaison des approches modulaires et non modulaires des onduleurs.

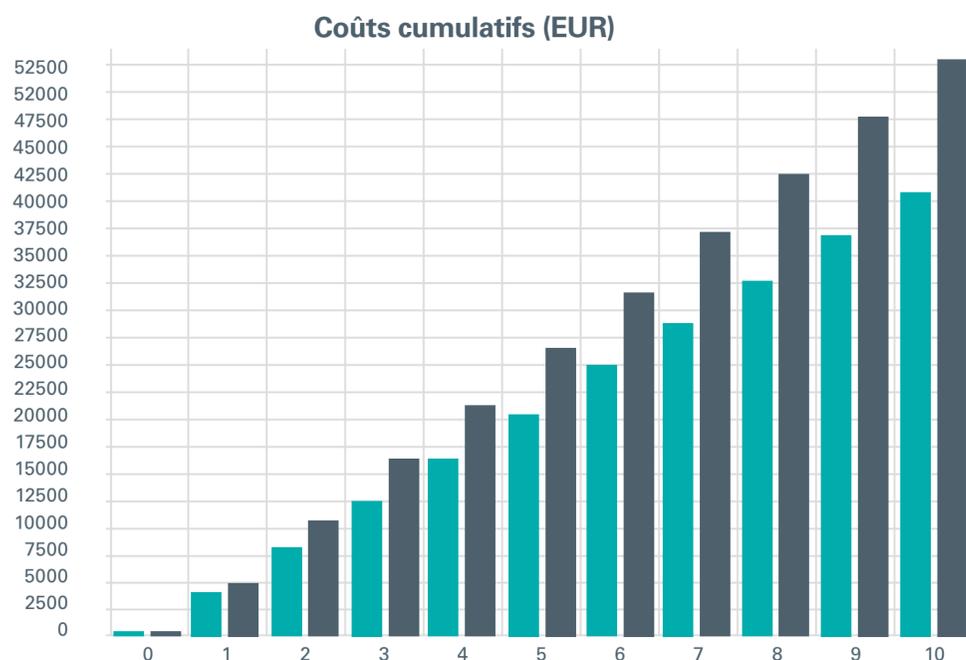
	Non modulaire Onduleur-93E G2	Modulaire Onduleur-93PM G2
Redondance interne en option	Non	Oui
Mode double conversion optimisé	Non	Oui
Modulaire pour le service	Non	Oui
Coûts	€€	€€€
Disponibilité	+	++

Figure 2 : Modulaire vs non modulaire

ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ GRÂCE AUX TECHNOLOGIES DE POINTE

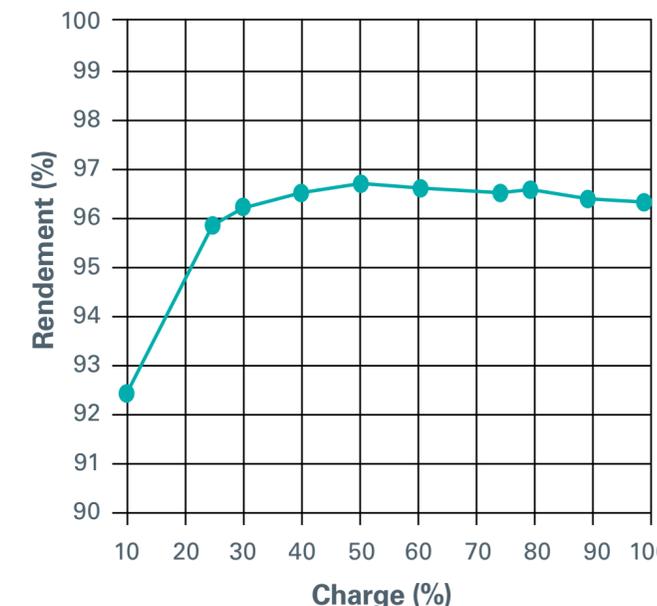


Le rendement représente la différence entre la puissance d'entrée et la puissance de sortie – c.-à-d. les pertes calorifiques de l'onduleur. Il s'agit d'un facteur clé pour un contrôle efficace des coûts d'exploitation en cours sur la durée de vie annuelle et la durée de vie du système qui est également affectée par le refroidissement, la maintenance préventive, l'entretien, les mises à niveau, la gestion et plus encore.



Charge ohmique PF = 1,0

Mode normal		
Charge (%)	Puissance (kW)	Rendement (%)
100	200	96,3
90	180	96,4
80	160	96,6
75	150	96,6
70	140	96,7
60	120	96,7
50	100	96,7
40	80	96,5
30	60	96,2
25	50	95,9
20	40	95,3
10	20	92,4

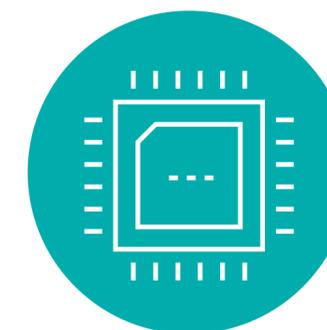


Comment le coût d'exploitation est-il touché par une augmentation de rendement d'1% ?

Exemple :
 Charge de fonctionnement : $P_{Charge} = 100kW$
 Efficacité de fonctionnement de l'onduleur : UPS 1 : 96,4 %
 Onduleur 2 : 95,4 %
Économies de coût d'exploitation 1 200 Eur/an - Économies à vie de 12 000 € (10 snt/kWh)

Avec les onduleurs modernes, l'efficacité maximale est atteinte à une charge d'environ 50 % (caractéristiques nominales). Le graphique montre les gains financiers substantiels à réaliser avec chaque augmentation de rendement de 1% que vous réalisez pour une charge de 100kW :

ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ GRÂCE AUX TECHNOLOGIES DE POINTE



Deux technologies d'amélioration de l'énergie avancées en option sont disponibles pour vous aider à atteindre cette efficacité :

- VMMS (Variable Module Management System) : offre jusqu'à 25 % de réduction des coûts d'exploitation
- ESS (Energy Saving System) : offre jusqu'à 75 % de réduction des coûts d'exploitation

VMMS (VARIABLE MODULE MANAGEMENT SYSTEM)

Idéal pour les systèmes plus importants ou ceux dotés d'une redondance étendue, le firmware VMMS suspend certains modules de puissance lorsqu'ils sont activés et maintient d'autres en ligne pour optimiser le rendement du système tout en maintenant la charge.

VMMS surveille en permanence les demandes de charge pour déterminer le nombre de modules nécessaires - l'onduleur est constamment conscient de la charge qu'il doit supporter. En cas de coupure de courant, le système passe instantanément du VMMS au mode batterie (en moins de 2 ms).

ESS (ENERGY SAVING SYSTEM)

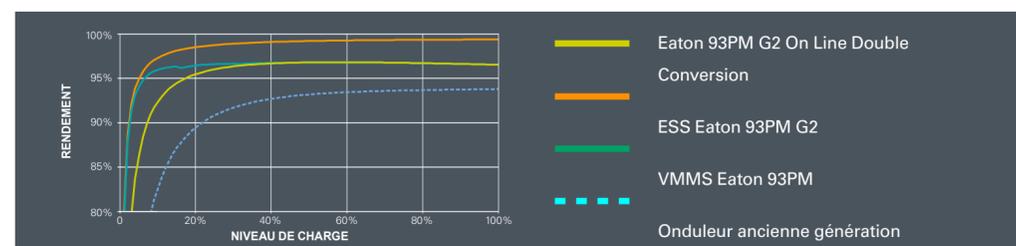


Figure 5 : Effet du rendement sur les technologies avancées VMMS et ESS.

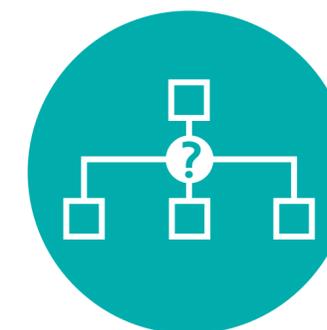
Mieux adapté aux onduleurs dans les régions avec une alimentation électrique stable et fiable lors de l'alimentation de la charge à travers le bypass, cette technologie peut fournir plus de 99 % de rendement qui se traduit par des économies financières substantielles.

Lorsque l'ESS est activé, tous les modules de puissance sont suspendus, ce qui minimise les pertes de puissance en dehors de l'énergie minimale requise pour ses commandes, sa logique et son écran de contrôle. En cas de problèmes avec l'alimentation secteur, l'onduleur en sera informé grâce à une surveillance constante et un transfert au mode on line double conversion standard en moins de 2 ms.



Figure 6 : Avec 99 % d'efficacité sur le marché, votre onduleur peut être rentabilisé en réduisant considérablement les coûts d'alimentation et de refroidissement de l'installation.

FAIRE CORRESPONDRE LE NIVEAU DE REDONDANCE AU BESOIN



La redondance désigne les ressources supplémentaires nécessaires pour assurer qu'un système d'alimentation sans coupure (onduleur) soit toujours disponible en cas de défaillance. Cela peut être conçu au niveau du module de puissance, de l'onduleur ou du système complet.

Plus vous intégrez de redondance dans un système, plus la disponibilité et la résilience sont élevées à un coût croissant. Ce graphique illustre la disponibilité et l'équation du coût relatif de ces trois niveaux de redondance par rapport un onduleur seul (sans redondance).

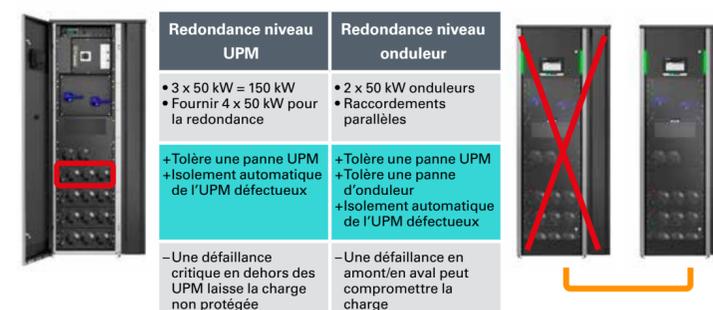
Différentes configurations	Disponibilité	Prix
Aucune redondance	-	€€
Redondance niveau UPM	+	€€€
Redondance niveau onduleur	++	€€€€
Redondance niveau système	+++	€€€€€

Figure 7 : La disponibilité et l'équation du coût relatif de ces trois niveaux de redondance par rapport à aucune redondance.

N+1 : EXPRIMER LA CONFIGURATION REDONDANTE POUR LES MODULES OU LES ONDULEURS

Il s'agit d'une manière d'exprimer le nombre de modules de puissance (UPM) ou d'onduleurs nécessaires afin de gérer une alimentation électrique adéquate pour les systèmes connectés essentiels en cas de défaut unique « plus un de plus ».

Ce graphique illustre les avantages et les inconvénients des modules de puissance UPM ou des approches de redondance onduleur pour une charge nécessitant 150 kW de puissance.



Au niveau de l'UPM, trois modules seraient nécessaires pour protéger la charge en cas de défaillance de l'un d'entre eux. Au niveau de l'onduleur, deux seraient nécessaires pour protéger la charge en cas de défaillance de l'un d'entre eux.

Figure 8 : Exemple de charge nécessitant une alimentation ininterrompue de 150 kW avec redondance

N+N OU 2N : EXPRIMER LA CONFIGURATION DE REDONDANCE DES SYSTÈMES

Il s'agit d'un moyen d'exprimer le système dupliqué nécessaire pour gérer une alimentation adéquate pour les systèmes connectés essentiels en cas de défaillance totale du système.

Ce graphique illustre les avantages et les inconvénients de l'approche de redondance N+N ou 2N pour un client nécessitant une alimentation électrique ininterrompue de 1 MW.

Deux systèmes complètement indépendants sont alimentés chacun par des sources d'alimentation différentes. Les opérations continueront de fonctionner même si vous en perdez un.

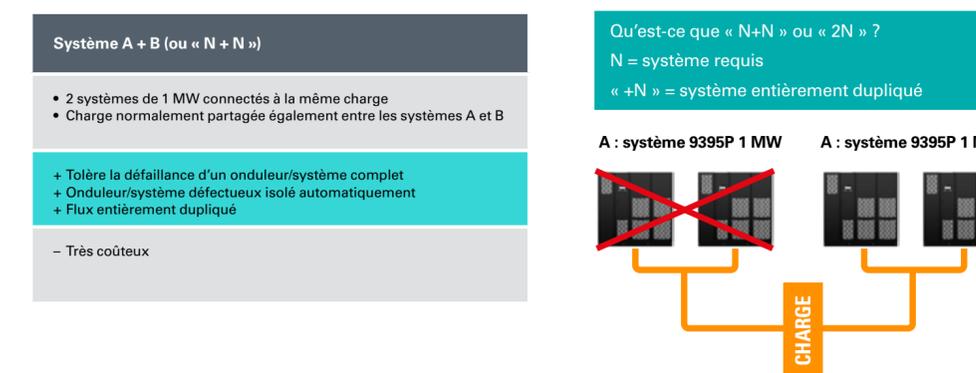


Figure 9 : Exemple de client nécessitant une alimentation ininterrompue de 1 MW avec redondance

ACCESSOIRES



3.4.1

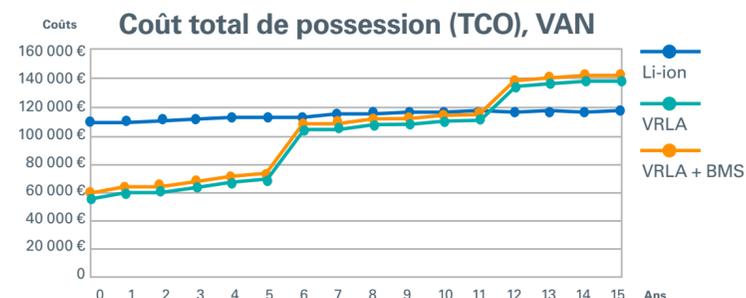
Batteries

Deux technologies de batterie sont présentes dans les parc onduleurs : batteries de types au plomb-acide étanches (VRLA) et lithium-ion.

La batterie au plomb **VRLA** est la conception traditionnelle des batteries avec l'électrolyte captif, l'empêchant de se renverser même lorsque le boîtier est perforé. Les batteries au plomb sont considérées comme ne nécessitant « aucun entretien » ni ajout d'électrolyte ou d'eau.

Les batteries au lithium-ion représentent l'alternative moderne des batteries au plomb, en apportant des améliorations en terme d'encombrement de poids, de durée de vie et de capacité à supporter une charge cyclique. Elles permettent aux onduleurs de fonctionner dans des applications et des environnements où les batteries au plomb ne fonctionneront pas efficacement, tout en offrant également l'option de surveiller à distance les niveaux de batterie. Le coût total de possession des batteries lithium-ion est souvent inférieur à celui des batteries au plomb.

Choisir d'utiliser des batteries au plomb ou lithium-ion est un compromis qui reflétera le type de projet et les priorités de gestion. Par exemple, un site facile d'accès pourrait justifier une dépense initiale plus faible mais un coût total de possession (TCO) globalement plus élevé en raison de la nécessité de remplacer périodiquement les batteries au plomb. Toutefois, l'inaccessibilité d'un parc éolien offshore éloigné indiquerait que le lithium-ion est le choix évident



VRLA vs Lithium-ion : avantages et inconvénients

Technologie de la batterie	Avantages	Inconvénients
VRLA (plomb-acide)	Mature Bon marché Simple Forme/ajustement/fonction normalisés	Thermosensible Env. 3-8 ans vrai Longévité Fonctionnement en mode veille uniquement
Lithium-ion	Longue durée de vie Nouvelles applications Différents Li-Ions pour différents besoins	Investissement initial plus élevé

étant donné le coût très élevé du remplacement de la batterie dans un endroit aussi difficile par rapport à des dépenses d'investissement plus élevées.

Ce graphique montre les différences de coût total de possession entre les batteries au plomb et au lithium-ion pendant la durée de vie.

Le saviez-vous ?

Les supercondensateurs (ou « super caps ») constituent une alternative efficace aux batteries pour les applications nécessitant des temps de fonctionnement courts, tout en offrant une longue durée de vie.



3.4.2

Remplacement de la batterie au plomb

Les batteries au plomb doivent être remplacées environ tous les trois à sept ans. Les anciennes batteries qui sont en mauvais état sont l'une des causes les plus courantes d'interruption de service.

Les services d'échange de batterie au plomb des fabricants d'onduleurs offrent donc l'assurance de savoir que vous respectez des normes de qualité strictes et que les batteries sont entièrement compatibles avec l'onduleur. Ils constituent un moyen économique de garantir que l'onduleur reste à son maximum de fiabilité.

3.4.3

Armoires à batteries

Les armoires de batteries permettent un montage facile des batteries et une connectivité à l'onduleur. Elles doivent être conçues en tenant pleinement compte des connexions, du refroidissement, de la circulation d'air et de la taille de tout équipement de protection

3.4.4

Les bypass de maintenance

Les bypass de maintenance externe (MBS) offrent une sécurité et une fiabilité accrues en permettant des transferts transparents vers le bypass pour la maintenance du parc onduleur. Les MBS externes d'Eaton sont conçus selon la norme onduleur IEC 62040. Les MBS externes sont disponibles de 8 kW à 150 kW.

3.4.5

Cartes de communication

Les cartes de communication permettent la surveillance et le contrôle sécurisés d'un onduleur individuel par connexion directe au réseau. Cette connexion permet de récupérer les données et les informations de l'appareil, fournissant le statut, les alertes et les données à distance. Les fonctions de notification vous tiennent informé(e) des problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent, ce qui évite l'arrêt de l'appareil en cas de panne de courant prolongée, tout en préservant la sécurité des informations de votre entreprise.

Les cartes Ethernet comprennent :

- **Langage SNMP V1 & V3**
Ils connectent les onduleurs au réseau via Ethernet, fournissant une surveillance, un contrôle et un arrêt des onduleurs dans un environnement informatique en réseau via un navigateur Web standard.
- **Protocoles industriels**
Ils assurent la gestion de l'onduleur en temps réel en se connectant à tout système de gestion du bâtiment en utilisant les protocoles Modbus TCP, RTU ou BACNet.

Relais

Cela envoie le signal à votre appareil via des contacts ouverts ou fermés. Une sonde d'environnement peut être fixée à la carte de communication pour vous permettre de collecter les relevés de température et d'humidité et surveiller les données environnementales à distance à l'aide de solutions de mesure de puissance ou d'un navigateur Web standard.

CYBERSÉCURITÉ



Notre monde est de plus en plus numérisé, mis en réseau et connecté – et le secteur des onduleurs ne fait pas exception. C’est pourquoi il est essentiel d’assurer la résilience contre les cyberattaques lors du choix des onduleurs et des solutions adaptées à vos besoins. Ils doivent être en mesure de protéger les infrastructures essentielles contre la dégradation et l’interruption de l’alimentation électrique qui peuvent avoir des répercussions catastrophiques sur les capacités opérationnelles et, en fin de compte, sur les résultats de l’organisation.

Alors que les organisations augmentent leur empreinte numérique, il devient impératif de protéger l’accessibilité, l’intégrité et la confidentialité des systèmes. Il est donc préférable de répondre de façon proactive aux menaces en matière de cybersécurité en adoptant une approche défensive spécifique aux besoins organisationnels qui reconnaît que les méthodes de cyberattaque changent constamment.

L'IMPORTANCE DE COMPRENDRE LA CONVERGENCE DE LA TECHNOLOGIE OPÉRATIONNELLE (OT) ET DES SYSTÈMES INFORMATIQUES (IT)

Depuis de nombreuses années, les technologies de l’information (IT) ont été presque l’objectif exclusif de la cybersécurité conçue pour protéger l’acquisition, le stockage, le traitement et le partage des données et de l’information. Cependant, à mesure que le matériel et les logiciels de la technologie opérationnelle (OT) qui assurent le fonctionnement de l’infrastructure critique ont rapidement évolué, comme ceux derrière les parcs onduleurs, sa vulnérabilité aux cyberattaques a également augmenté. Bien que certaines méthodes de cybersécurité informatique peuvent également être appliqués à la OT, elles doivent être appliquées de manière à ne pas entraver ou affecter le fonctionnement en temps réel du système.

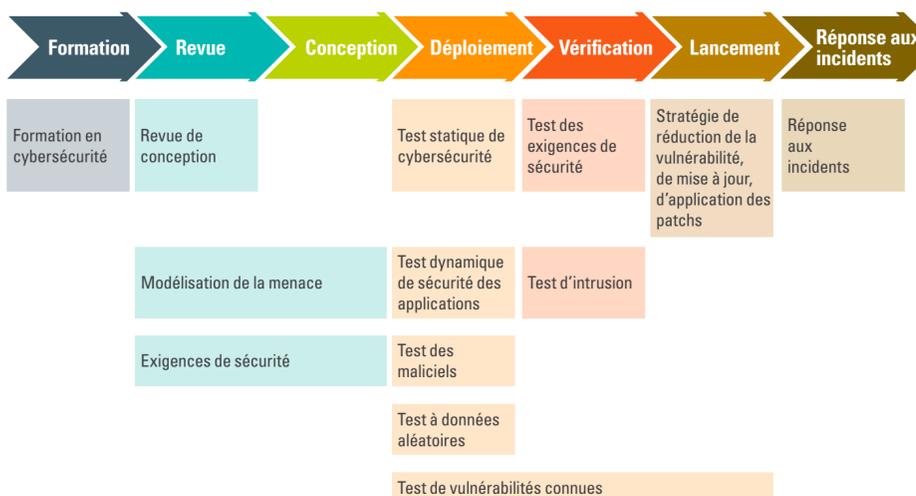


Figure 10 : Étapes clés du cycle de développement sécurisé (SDLC)

POURQUOI UNE CAPACITÉ DE CYBERSÉCURITÉ LIÉE AU CYCLE DE DÉVELOPPEMENT SÉCURISÉ (CDS) EST ESSENTIELLE

La cybersécurité dans l’ensemble des systèmes IT et OT ne consiste pas à faire un choix binaire entre « sécurisé » et « non sécurisé ». Il ne s’agit pas non plus de quelque chose qui peut être mis en œuvre une seule fois et délaissé par la suite, ou pris en compte lors de l’acquisition des équipements puis négligé. Au contraire, les mesures de cybersécurité doivent être appliquées tout au long du cycle de vie d’un parc onduleur, en tenant compte de tous les actifs, de la sélection des produits à la maintenance hebdomadaire, mensuelle et annuelle au déclassement, et en se rappelant que sa sécurité est seulement aussi forte que son maillon le plus faible. Choisir un fournisseur qui comprend et applique les principes de SDLC – répondant à toutes les normes pertinentes de l’industrie, telles que la norme IEC-62443-4-2 ou la norme UL2900-1, et la validation par un tiers – est importante pour maximiser le retour sur investissement de vos onduleurs.

Découvrez [ici](#) de plus amples informations en matière de gestion des risques liés à la cybersécurité, – y compris une liste de tous les produits Eaton certifiés pour la cybersécurité.

LOGICIEL

Les architectures distribuées et les infrastructures critiques exigent un logiciel de gestion d'énergie intelligent capable d'assurer l'efficacité de l'onduleur 24 heures sur 24, nécessaire pour maintenir la continuité des activités. Un tel logiciel intelligent est la « colle » qui relie tous les capteurs de l'onduleur et d'autres matériels, tels que les unités de distribution électrique (PDU) et les commutateurs de transfert automatique (ATS), et permet à un onduleur de donner sa pleine mesure. Il se trouve au-dessus de la pile matérielle entière et affiche les informations de cybersécurité de manière significative afin que l'utilisateur obtienne une vue système agrégée comprenant des tableaux de bord, des tendances et des seuils.

Cependant, les logiciels avancés de gestion d'énergie ne se contentent pas de surveiller l'état du système et les conditions environnementales telles que la température en temps réel. Il peut déclencher des actions automatisées du système informatique sans intervention humaine. Par exemple, il peut envoyer un signal pour arrêter le système d'une manière contrôlée s'il est sur le point de manquer de batterie – sans corrompre les fichiers ou les bases de données.

L'importance d'un logiciel intelligent efficace est particulièrement bien illustrée lors de la protection des architectures distribuées et des systèmes de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) trouvés sur un parc éolien à turbines multiples par exemple ou à travers les installations géographiquement dispersées d'une entreprise manufacturière mondiale.



SERVICES



S'assurer que vous ayez accès à une offre services complète de votre fournisseur onduleur est aussi important que de choisir la bonne infrastructure matérielle et le bon logiciel pour la gérer. Le résumé « quoi et pourquoi » qui suit met en évidence quatre secteurs de service prioritaires clés à prendre en considération, y compris la garantie, l'entretien, le soutien technique et l'intervention d'urgence.

CONTRATS DE GARANTIE ET DE SERVICE

Maintenance

Quoi ?	Pourquoi ?
Maintenance préventive et contrôle de l'installation	La maintenance préventive récurrente permet d'éviter la détérioration de l'onduleur et les visites préventives peuvent déceler des signes précoces de dégradation. Cette approche augmente la fiabilité du parc onduleur et diminue le coût des interruptions de courant et prolonge la durée de vie des onduleurs et de leurs batteries.
Diagnostic du système	L'analyse diagnostique identifie les défauts cachés qui peuvent potentiellement conduire à des dysfonctionnements de l'onduleur. Cela devrait englober l'ensemble de l'écosystème onduleur, y compris l'environnement et la distribution électrique. Cela permettrait de réduire les interruptions de service de l'onduleur et de prendre des mesures correctives plus rentables.
Mise à jour du firmware de cybersécurité	Le firmware des onduleurs régulièrement mis à jour garantit les dernières fonctionnalités, la performance et la cybersécurité, ce qui renforce la protection du système.
Optimisation de l'efficacité du système	Ce processus met à jour le paramétrage de l'onduleur pour améliorer l'efficacité en minimisant les pertes de puissance et optimise le cycle de charge de la batterie pour prolonger sa durée de vie.

Support technique

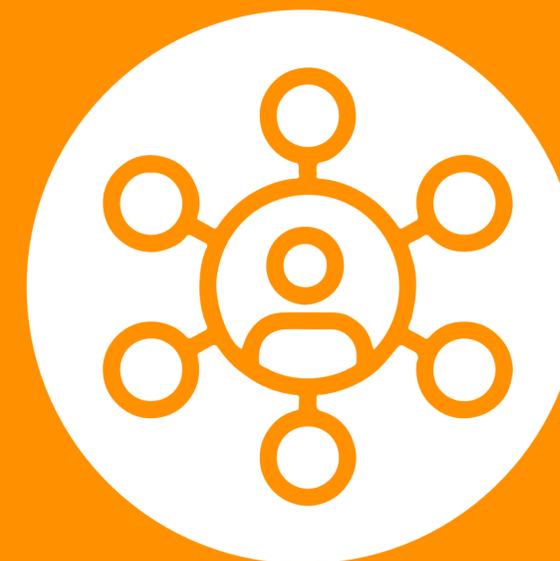
Quoi ?	Pourquoi ?
Service d'assistance	Une ligne directe, des e-mails et des discussions devraient être disponibles pour résoudre les demandes de premier niveau pendant les heures de travail – idéalement dans la langue locale. Cela devrait permettre d'accéder à la documentation du produit, à la tarification et au délai d'exécution des pièces.
Hotline spécialisée 24h/24 ; 7j/7	Le support de niveau 1 et 2, y compris l'accès prioritaire aux niveaux 3 et 4, doit être disponible 24 heures sur 24 pour donner une réponse en quelques minutes.
Formation sur le fonctionnement de l'onduleur	Une formation de base sur site doit être disponible pour aider le personnel à bien comprendre le fonctionnement de l'onduleur, y compris comment réagir aux différentes alarmes et événements. Cela leur permet d'effectuer les opérations de base et d'améliorer l'efficacité de la communication avec le support technique.
Surveillance à distance cyber-sécurisée	Une solution d'analyse d'environnement cloud doit collecter et analyser les données des périphériques d'infrastructure d'alimentation électrique, sans compromettre la sécurité et la disponibilité. Cela permet des services tels que la surveillance à distance, les rapports d'état et de détection précoce d'anomalies qui contribuent ainsi à réduire les risques d'interruption de service associés aux composants critiques, passant d'un modèle réactif à un modèle proactif. Les taux de réparation à la première intervention sont augmentés, un temps précieux est gagné et les déplacements pour la maintenance et les urgences sont réduits.

Intervention d'urgence

Quoi ?	Pourquoi ?
Délai de réponse garanti	Réduire au minimum le temps de mobilisation pour la présence [d'un expert système] sur le site si nécessaire pour enquêter sur les problèmes et y remédier.
Analyse des causes profondes	Déterminer les raisons des défaillances, y compris les recommandations visant à régler les problèmes les plus probables en prévenant d'autres défaillances semblables et en communiquant clairement les mesures recommandées.
Planification d'urgence sur mesure	Cela minimise un plan spécifique au site adapté aux processus des clients pour réagir aux dysfonctionnements, y compris la logistique pré-organisée avec un personnel dédié et formé aux spécificités sur site pour être entièrement prêts à fonctionner en cas de dysfonctionnement.

Dans cette section, vous découvrirez :

- Notre processus en six étapes pour vous aider à choisir un onduleur
- Considérations relatives au coût total de possession d'un onduleur



FACTEURS INFLUANT SUR LA CONCEPTION DU SYSTÈME



4.1

Triphasé ou monophasé ?

Architecture centralisée ou distribuée ? Qu'en est-il de la redondance ? Adopter une approche systématique pour identifier vos besoins en temps opportun est la clé du succès à la conception et à la mise en œuvre réussies de l'onduleur.



4.2

Comprendre les détails

La compréhension du détail des dépenses d'investissement (capex) et des coûts d'exploitation (opex) est essentielle pour analyser le coût total de possession et mesurer la valeur ajoutée.

« Divers facteurs environnementaux influenceront la définition d'un onduleur. L'onduleur est-il correctement conçu et certifié pour les environnements marins ou autres environnements difficiles ? Ou est-il construit et évalué de façon appropriée pour la protection de la puissance dans un environnement industriel ? »

SIX QUESTIONS CLÉS POUR ÉCLAIRER VOTRE CHOIX D'ONDULEUR



Le processus en six étapes suivant vous aidera à déterminer l'onduleur qui répond à vos besoins :

1. AVEZ-VOUS BESOIN D'UNE ALIMENTATION TRIPHASÉE ?

Si vous protégez des équipements triphasés – généralement dans un environnement industriel ou commercial avec des charges critiques plus importantes – vous aurez alors besoin d'un onduleur triphasé. Si le projet comprend un équipement monophasé comme le chauffage, l'éclairage, les systèmes informatiques plus petits ou des dispositifs fonctionnant à partir d'une prise secteur standard, vous pouvez opter pour un produit monophasé ou triphasé.

2. DE QUELLE PUISSANCE AVEZ-VOUS BESOIN ?

Pour calculer votre charge totale, énumérez tous les équipements que vous allez protéger avec l'onduleur et combinez leurs besoins en alimentation. Vous voudrez peut-être également tenir compte de la nécessité d'une capacité de charge supplémentaire dont vous pourriez avoir besoin à l'avenir – par exemple, si vous deviez ajouter ultérieurement d'autres serveurs dans votre datacenter. Selon votre budget, vous pouvez construire une marge de sécurité pour aller au-delà de la capacité minimale de l'onduleur nécessaire pour gérer la charge potentielle maximale.

3. VOULEZ-VOUS UN ONDULEUR CENTRALISÉ OU UNE ARCHITECTURE DISTRIBUÉE ?

Alors que les architectures centralisées alimentent l'ensemble du bâtiment ou de la zone, les onduleurs décentralisés sont utilisés pour protéger une seule charge ou une seule pièce d'équipement, comme une machine ou un rack. Un parc onduleur centralisé peut être construit de manière résiliente en ajoutant de la redondance. Cela peut être fait en ajoutant des modules de puissance dans des systèmes modulaires et/ou plusieurs onduleurs en parallèle. Cette approche permet également l'entretien d'un module de puissance ou d'un onduleur à la fois, sans avoir à éteindre complètement le système. Il en va de même pour l'évolution du système – vous pouvez ajouter de la puissance en ajoutant plus de modules de puissance ou d'onduleur en parallèle.

Les parcs onduleurs nécessitent une surveillance via une vue de tableau de bord agrégée qui peut être activée en utilisant un logiciel d'Eaton ou d'un tiers. Ils peuvent également être

équipés de capteurs pour la surveillance environnementale qui montrent le comportement de l'onduleur par rapport aux conditions locales, y compris la température de l'air, les fuites d'eau, l'humidité, etc. Il est particulièrement important d'assurer une cybersécurité appropriée pour prévenir toute entrée du système « back door » compte tenu des flux de données générés par les processus de surveillance, ainsi que d'assurer la continuité des activités.

Si vous optez pour une architecture distribuée, d'autres considérations incluent l'offre de service requise pour couvrir plusieurs systèmes – ce qui peut nécessiter une complexité et un temps de maintenance supplémentaires, etc.

Une gamme de facteurs environnementaux influencera la conception et les matériaux utilisés pour l'onduleur. L'onduleur est-il correctement conçu et certifié pour les environnements marins ou autres environnements difficiles ? Ou est-il construit et évalué de manière appropriée pour la protection électrique dans un cadre industriel ?

SIX QUESTIONS CLÉS POUR ÉCLAIRER VOTRE CHOIX D'ONDULEUR



4. QUELLES SONT VOS EXIGENCES EN TERME D'AUTONOMIE BATTERIES OU D'AUTRES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE D'ÉNERGIE ?

Le point de départ ici est de déterminer l'autonomie batterie dont vous avez besoin pour fournir le temps d'exécution nécessaire pour un arrêt ou un transfert contrôlé, etc. Les technologies proposées étant les batteries plomb étanches ou Lithium-Ion ou encore les super condensateurs. Cependant, votre choix ici peut être influencé par l'emplacement et d'autres aspects pratiques. Par exemple, les dépenses d'investissement plus élevées pour l'utilisation du lithium-ion seraient facilement compensées par le CTO dans un endroit éloigné, comme un parc éolien offshore, où le remplacement plus fréquent de batteries au plomb moins chères serait coûteux et compliqué.

Un autre facteur ici est le soutien au réseau, pour une consommation électrique plus responsable – si vous souhaitez être en mesure de générer des revenus en vendant l'énergie stockée inutilisée, sur la base de la « réponse à la demande », qui soutient également la régulation de fréquence du réseau.

5. QUELS SONT VOS BESOINS EN MATIÈRE DE REDONDANCE ?

Selon la criticité de la charge que vous protégez avec un onduleur, vous pouvez ajouter plus de redondance pour rendre l'installation encore plus tolérante aux pannes. Vous pouvez le faire tout au long de la chaîne électrique, en commençant par utiliser des alimentations doubles à l'entrée de l'onduleur ou même des alimentations double pour la charge réelle (par ex. serveur).

En ce qui concerne l'onduleur, nous pouvons créer une redondance soit en simulant plusieurs onduleurs, soit en utilisant des produits modulaires (voir chapitre 3.1). La question étant de savoir à quel point votre charge est critique et si vous pouvez vous permettre une interruption de service en cas de défaillance de la chaîne d'alimentation. En fin de compte, il s'agit d'un équilibre entre la continuité de service et les investissements nécessaires à l'installation.

6. SOUHAITEZ-VOUS TIRER PARTI DES DONNÉES POUR UNE AUTOMATISATION PLUS POUSSÉE, C'EST À DIRE AU-DELÀ DE L'ONDULEUR ET LA PROTECTION QU'IL FOURNIT ?

Les données de la chaîne d'alimentation dérivées du parc onduleur peuvent vous aider à protéger l'infrastructure informatique qui fonctionne en dessous en intégrant les deux pour maximiser la continuité des activités. Par exemple, si l'onduleur sait qu'il fonctionne sur des batteries avec disons 75 % de capacité restante, le logiciel IPM [d'Eaton] peut déclencher des actions au niveau de la charge informatique. Il peut alors s'agir de déplacer des machines virtuelles d'un rack vers un autre – ou d'un site à l'autre – pour maintenir la continuité de service.

Les unités intelligentes de distribution électrique (PDU) sont équipées de capteurs très sophistiqués et d'un système de mesure de consommation très précis. Si par exemple, vous louez un espace de rack dans un datacenter sur une base mensuelle, vous pourriez les facturer en fonction des données de consommation d'énergie de la PDU.

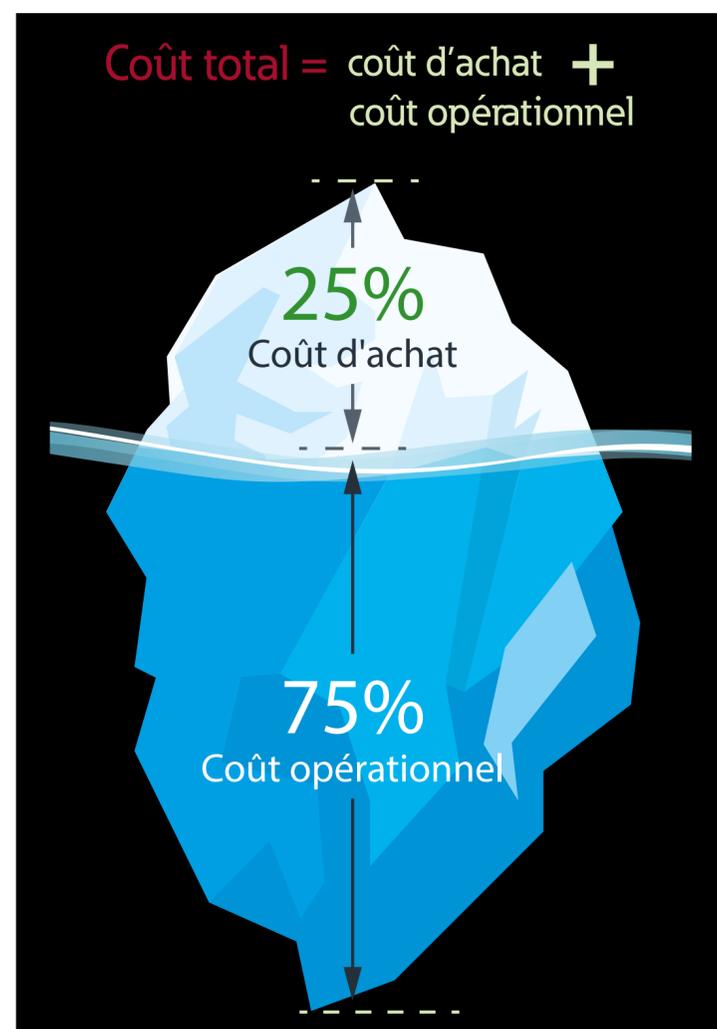
L'intégration avec des applications de surveillance tierces est facilitée par l'utilisation de protocoles publics tels que SNMP/MQTT.

La cybersécurité étant une image dynamique et en constante évolution, le choix d'un fournisseur qui fournit des mises à jour de firmware est la clé pour vous aider à rester en avance sur la menace.

COÛT TOTAL DE POSSESSION



Lors de l'achat d'un onduleur, vous devez naturellement comprendre la dépense en capital initiale (Capex) de l'onduleur lui-même plus les coûts d'installation, de logement et de refroidissement – qui peuvent généralement représenter entre 25 et 40 % du coût total de possession (TCO). Vous devez également connaître l'image des coûts d'exploitation (OPEX). Combien votre entreprise dépensera-t-elle pour faire fonctionner et maintenir l'onduleur pendant sa durée de vie ? Quelle est la fréquence probable et le coût du remplacement de la batterie ? Et à quoi pourrait ressembler la consommation annuelle d'énergie ?



L'analyse du TCO au sens large sur la durée de vie de l'onduleur est cruciale : quelques pour cents d'amélioration du rendement pourrait vous faire économiser plus que le prix d'achat de l'onduleur au cours de cette période. Et cela doit être considéré dans le contexte de la valeur plutôt que dans celui du coût purement net. Qu'apportera l'onduleur à l'entreprise en termes de continuité des activités, de résilience et de reprise après sinistre en cas de pannes de courant prolongées et imprévues ?

Le rendement d'un onduleur affecte fortement ses coûts d'exploitation, car il fonctionne généralement

24h/24 et 7j/7. Les technologies d'amélioration du rendement qui sont intégrées aux onduleurs modernes réduiront davantage encore ces coûts.

Étant donné qu'un onduleur est normalement un investissement sur une période assez longue – environ 5 à 15 ans – il nécessitera une maintenance pendant sa durée de vie. Cela joue un grand rôle dans le coût total de possession. L'état de fonctionnement de l'appareil, ainsi que la durée de vie des composants choisis par le fabricant, peuvent faire une grande différence en comparant le coût de possession de différents onduleurs.

L'une des parties les plus cruciales de tout parc onduleur est le stockage de l'énergie, avec des batteries habituellement en veille pour alimenter la charge même en cas de panne de courant. La durée de vie de la solution de stockage d'énergie peut varier considérablement selon le type. En prenant l'exemple des batteries au plomb, leur durée de vie peut varier d'environ trois à plus de dix ans. Le choix de batteries au lithium au lieu du plomb prolongera la durée de vie de la batterie pour égaler celle de l'onduleur lui-même.

Explorez davantage le coût total de possession avec le **calculateur de coût global de possession d'Eaton**

Dans cette section, vous découvrirez :

- La réglementation régissant la sécurité du retour d'alimentation et des courts-circuits
- La réglementation internationale complexe en matière de cybersécurité et la solution d'Eaton

PLANIFICATION DE LA MISE EN CONFORMITÉ



5.1

Sécurité

Maintenir la sécurité et éliminer les risques pour les personnes et l'équipement lorsque la gestion des tensions dangereuses est une priorité clé pour les fabricants d'onduleurs qui doivent se conformer aux normes de sécurité internationales IEC.



5.2

Cybersécurité

Bien qu'il n'existe pas d'ensemble unique de normes régissant le paysage complexe de la cybersécurité mondiale, Eaton répond à la norme internationale globale IEC 62443, ainsi qu'à UL-2900-1 qui s'applique aux États-Unis.

CONFORMITÉ

SÉCURITÉ

Bien que la fiabilité et la résilience soient des priorités absolues pour les infrastructures critiques, la plus grande priorité doit être de maintenir la sécurité et d'éliminer les risques pour les personnes et l'équipement lors de la gestion de tensions dangereuses. Les fabricants d'onduleurs doivent se conformer aux normes de sécurité internationales de l'IEC contre deux grands risques, tous deux tout aussi importants mais souvent mal compris.

La protection contre le retour d'alimentation est mandatée par EN62040-1:2008 Systèmes d'alimentation sans interruption (onduleur) - Partie 1 : Exigences générales et de sécurité pour les onduleurs. Cela indique qu'un mécanisme de sécurité doit être correctement installé en interne dans l'onduleur ou en tant que composant externe. Au minimum, cela protège le personnel de maintenance qui peut travailler sur des appareillages de commutation en amont de l'onduleur en l'isolant de l'entrée et en empêchant toute fuite de courant en amont. De plus, un onduleur peut détecter le courant de retour d'alimentation et ouvrir un contacteur anti-retour interne tout en faisant sonner l'alarme. Cela permet à l'onduleur de continuer en mode double conversion, améliorant considérablement le fonctionnement et la fiabilité du système. La protection contre le retour d'alimentation peut être appliquée à plusieurs configurations d'onduleur, tout en maintenant les mêmes niveaux de sécurité, de redondance du système et de disponibilité du système.

La protection contre les courts-circuits est également une exigence de sécurité de l'onduleur en vertu de la norme EN62040-1:2008 Modifications 1 : 2013. Ceci permet d'éviter qu'un système avec un grand transformateur d'alimentation en amont ne subisse un court-circuit en aval qui crée un courant de défaut très élevé traversant l'onduleur, entraînant des flammes, du métal fondu, des particules brûlantes, un arc électrique et même une explosion.

Consulter un fournisseur d'onduleur bien établi élimine l'exposition des utilisateurs à la législation des transgressions découlant d'un manque de connaissance de toutes les exigences pertinentes. Le personnel apprécie la sécurité à laquelle il a droit pendant l'exploitation normale, la maintenance et les conditions de défaillance, tandis que la résilience et la disponibilité du système sont maintenues à des niveaux maximaux.

Le saviez-vous ?

La protection contre le retour d'alimentation et les courts-circuits est toujours incluse comme composant interne dans les gammes d'onduleurs modulaires Eaton – conçus, installés et testés correctement.



CYBERSÉCURITÉ



La cybersécurité est une réalité internationale complexe dans le secteur des onduleurs et d'autres zones industrielles, car il n'existe pas de normes mondiales uniques. Et cela ne se limite pas à garantir que la technologie elle-même est protégée contre les cyber-menaces. Les personnes qui utilisent l'équipement et les processus sur place où il est installé sont également des facteurs vitaux sur lesquels un fabricant d'équipement n'a aucune influence.

DEUX CLÉS STANDARD

En particulier, Eaton répond aux exigences des composants du système de commande technique de deux normes clés et globales en fonction de l'endroit où l'équipement doit être installé.

La norme IEC 62443 met l'accent à l'échelle internationale sur les réseaux de communication industrielle – la sécurité informatique des réseaux et des systèmes – et les aspects liés aux processus de la cybersécurité industrielle. La norme IEC 62443-4-2:2019 fournit des exigences détaillées relatives aux composants du système de commande technique (CR) associé à sept exigences fondamentales (FR) décrites dans la norme IEC TS 62443-1-1. Il s'agit notamment de définir les exigences relatives aux niveaux de sécurité des capacités du système de contrôle et à leurs composants, SL-C (composant).

INTÉGRER LE MEILLEUR DU MEILLEUR : SECURE BY DESIGN D'EATON

La norme UL-2900-1 couvre des domaines globalement similaires, mais est centrée sur les États-Unis et présente des exigences générales en matière de cybersécurité logicielle pour les produits raccordables au réseau utilisés aux États-Unis.

Eaton a synthétisé une approche de la meilleure pratique – « Secure by Design » – après avoir effectué une analyse approfondie de toutes les principales normes mondiales de cybersécurité allant de celui du département américain de la Sécurité intérieure et du NIST jusqu'à l'Electrical Manufacturers Association (EMA), UL et IEC. L'entreprise utilise ensuite ce super ensemble de normes les plus pertinentes comme base de l'ingénierie cybersécurisée produit par produit.

Le processus commence par la désignation par le chef produit - avec l'aide du Centre d'excellence d'Eaton - du scénario le plus défavorable dans le cas où un produit serait attaqué et/ou son maillon le plus faible. Cette analyse permet ensuite de déterminer les normes pertinentes à incorporer, qui sont ensuite détaillées dans un document confidentiel sur les exigences en matière de cybersécurité des produits.

Une fois que le produit a été conçu et fabriqué pour répondre aux normes spécifiées, il sera sécurisé tout au long de son cycle de vie. Ce processus assure le contrôle et la gestion de toutes les phases d'intégration – de la conception et du développement des produits à l'intégration, l'installation, l'exploitation et l'assistance.

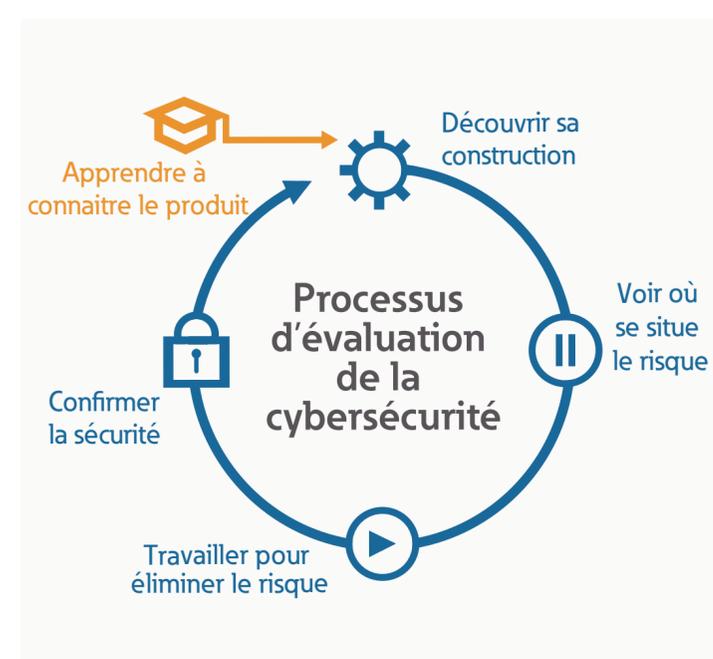
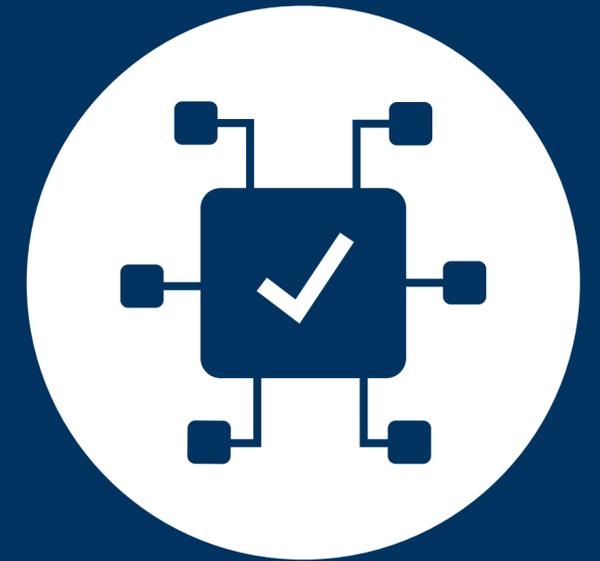


Figure 11 : Cycle de développement sécurisé

Dans cette section, vous découvrirez :

- Applications onduleur qui vont au-delà de la protection des données
- De plus, comment vérifier votre compréhension de la puissance critique

UTILISATION DES ONDULEURS SELON LES APPLICATIONS A PROTEGER



6.1

TROIS CAS D'ÉTUDE DE PROJET ONDULEUR

Un cadre industriel, un hôpital et un centre commercial illustrent diverses applications toutes protégées par un ou plusieurs onduleur(s). Comparez les différents scénarios et relevez les points critiques



6.2

ALIMENTATION CRITIQUE : CHECKLIST CONNAISSANCES

Testez tout ce que vous avez appris sur l'alimentation critique – et identifiez les domaines où vous aimeriez en savoir plus en parlant à un expert d'Eaton

« Bien que les parcs onduleurs soient généralement associés à la protection des données, il existe de nombreuses autres applications qui nécessitent une alimentation de secours instantanée de courte durée. »

TROIS CAS D'ETUDES DE PROJET ONDULEUR

Bien que les installations onduleurs soient généralement associés à la protection des données, il existe de nombreuses autres applications qui nécessitent une alimentation de secours instantanée et de courte durée jusqu'à ce que le réseau électrique soit rétabli ou au moins maintenir l'alimentation jusqu'à ce qu'une autre solution soit démarrée (un groupe électrogène par exemple).

Nous explorons ici trois projets différents de protection électrique – un environnement industriel, un environnement hospitalier/de soins de santé et un centre commercial – qui illustrent chacun les principes généraux et les opportunités pour proposer des onduleurs, plutôt que de décrire une solution spécifique à chaque fois. Chaque bâtiment

et chaque application « de la vie réelle » seront différents, et il incombe au concepteur du système de veiller à ce que des mesures adéquates soient prises pour assurer la sécurité, l'intégrité des données, la réduction des coûts et la continuité des activités.

Certaines applications de sécurité des personnes ont des exigences particulières qui ne sont pas couvertes par les onduleurs standards. Un tel exemple est l'éclairage de sécurité qui doit utiliser une alimentation de secours spéciale conforme à la norme EN 50171, plutôt qu'un onduleur standard. Eaton offre une gamme d'onduleurs triphasés (les 93xx) de premier plan pour répondre à ce besoin.

SCÉNARIO 1 : CONTEXTE INDUSTRIEL

De nombreuses usines ou usines impliquent des processus clés où une interruption de l'alimentation électrique pourrait entraîner soit un risque pour la sécurité, soit un coût supplémentaire important, soit les deux. Pour de nombreux procédés industriels, il est essentiel qu'une fois lancé, il soit terminé. Une interruption à mi-cycle pourrait entraîner une perte importante de matériaux gaspillés et/ou exiger un nettoyage coûteux de l'équipement. Par exemple, certaines substances mélangées peuvent « s'installer » dans l'équipement de traitement et être très difficiles à éliminer. En outre, une perte de puissance soudaine pourrait laisser certaines machines en mouvement dans une position dangereuse, sans la puissance nécessaire pour les arrêter en toute sécurité.

Pour cette raison, les onduleurs sont utilisés pour s'assurer qu'en cas de coupure secteur, les machines puissent être arrêtées en toute sécurité et les processus terminés - ou au moins maintenir l'alimentation jusqu'à ce qu'une autre solution soit démarrée (un groupe électrogène par exemple).

Les processus industriels impliquent des environnements divers et nécessitent par conséquent des onduleurs spécifiques pour correspondre. Dans les réglages contrôlés, des onduleurs triphasés plus petits tels que les 93E, 93PS ou les gammes monophasés 9PX & 9SX sont optimales, par exemple pour protéger des automates ou des process industriels. Les gammes d'onduleur 93E et 93PM Gen2 sont idéales pour protéger les charges plus importantes requises pour les pompes et les moteurs, surtout lors du démarrage, qui peut être effectué par groupe. Pour des applications industrielles plus exigeantes, l'onduleur 9PHD offre des options de configuration flexibles telles qu'une boîtier robuste avec une capacité allant jusqu'à IP54 pour les environnements poussiéreux/humides, un indice sismique pour les zones sujettes aux tremblements de terre et des transformateurs internes pour la conversion de tension, l'isolation galvanique et la compatibilité avec différents systèmes de distribution.



TROIS CAS D'ETUDES DE PROJET ONDULEUR

SCÉNARIO 2 : ENVIRONNEMENT HOSPITALIER/SOINS DE SANTÉ

L'impact d'une perte soudaine de courant dans un hôpital ou une clinique est bien évident : des vies en dépendent directement !!! Des appareils de réanimation et de dialyse aux salles d'opération, la disponibilité de l'électricité n'est pas négociable.

C'est la raison pour laquelle il existe une série de règlements couvrant l'alimentation de secours de courte et de longue durée dans les environnements de soins de santé. Il s'agit notamment de la catégorisation des services et de la nécessité d'une redondance pour certaines applications. Donc, si une partie du système de secours échoue, une autre prend immédiatement le relais.

Eaton propose un guide de conception de référence détaillé à l'intention des consultants et des concepteurs travaillant sur des projets hospitaliers et autres secteurs médicaux. Cela donne aux concepteurs un aperçu complet de la réglementation, ainsi qu'une spécification technique pour les besoins



en onduleur ainsi qu'en moyenne et basse tension.

Étant donné que la disponibilité de l'alimentation peut être vitale, la gamme d'onduleurs 93PM G2 présenté dans le guide offre la plus haute disponibilité grâce à son remplacement à chaud, sa conception modulaire et une distribution redondante parallèle pour les infrastructures avec plusieurs

voies d'alimentation. Cela simplifie les procédures de maintenance en permettant d'isoler un module de puissance ou l'ensemble de l'onduleur tout en garantissant que les charges critiques restent entièrement protégées. En ce qui concerne la protection de l'alimentation distribuée pour des dispositifs spécifiques, la gamme d'onduleurs 9PX peut protéger les charges critiques au plus haut niveau de fiabilité et de disponibilité.

SCÉNARIO 3 : CENTRE COMMERCIAL

Les centres commerciaux et autres points de vente sont des espaces très fréquentés où de nombreux visiteurs ne sont peut-être pas familiers avec les bâtiments et d'autres qui y travaillent gèrent d'importants volumes d'opérations financières. Ainsi, en plus des systèmes de sécurité habituels tels que l'éclairage de sécurité, une alimentation de secours est nécessaire pour protéger davantage la sécurité et minimiser les risques financiers.

Bien que les systèmes d'éclairage de sécurité et de détection d'incendie disposent d'une alimentation de secours indépendante, les systèmes de sécurité, de vidéosurveillance et de contrôle d'accès doivent être maintenus actifs pour surveiller les bâtiments, assurer la sécurité des personnes et la protection des biens.

Par exemple, dans le cas d'un supermarché, il est important que les portes puissent toujours fonctionner pour permettre aux gens d'évacuer. Les terminaux points de vente (caisses)



traitant de nombreuses transactions, il est important que les systèmes puissent être effectivement fermés une fois ces transactions terminées.

Les onduleurs plus puissants, de 50 à 300 kVA tels que les gammes 93PM Gen2 ou 93E, offrent une solution efficace pour protéger les applications critiques dans une installation centralisée, les onduleurs étant sur

site, généralement dans les locaux techniques. Si l'on adopte une approche hybride ou répartie, les supermarchés et autres points de vente pourraient opter pour l'utilisation d'onduleurs triphasés plus petits, comme les 91PS, 93PS 8-40kVA et/ou des produits monophasés comme les gammes 5PX Gen2 et 9PX. Ces deux derniers peuvent être utilisés en format tour ou en rack.

L'ECO-SYSTEME ONDULEUR : CHECKLIST CONNAISSANCES

Identifiez toutes lacunes en matière d'onduleurs et leur écosystème à l'aide de notre « check-list » pratique. Puis, comblez-les en consultant la section pertinente du guide ou en vous adressant à un expert Eaton.

QU'EST-CE QU'UN ONDULEUR ?

Connaissez-vous le rôle d'un onduleur dans la protection des infrastructures essentielles à la mission et l'éventail de problèmes d'alimentation du réseau électrique qui peuvent avoir une incidence sur la continuité des activités ?

Et êtes-vous familier avec les différences entre l'alimentation monophasé et triphasé et leurs applications ?

COMPRENDRE LES TECHNOLOGIES FONDAMENTALES

Connaissez-vous bien les trois technologies onduleur et la façon dont elles abordent les principaux défis de la qualité du réseau électrique ?

Comprenez-vous comment Eaton couvre la gamme complète des besoins onduleurs avec ses séries 3, 5 et 9 ?

CHOIX DES PRODUITS ET SERVICES

Comprenez-vous bien les avantages de la modularité, les technologies avancées permettant d'économiser à la fois de l'énergie et de l'argent, et comment intégrer la redondance dans une installation ?

Savez-vous comment les accessoires, la cybersécurité, les logiciels et les services permettent aux onduleurs de fonctionner tels qu'ils ont été conçus ?

FACTEURS INFLUANT SUR LA CONCEPTION DU SYSTÈME

Connaissez-vous le processus en six étapes qui peut vous aider à choisir un onduleur ? Et comprenez-vous comment prendre en compte le coût total de possession lorsque vous considérez la solution qui vous convient ?

PLANIFICATION DE LA MISE EN CONFORMITÉ

Comprenez-vous les principales réglementations régissant la sécurité de retour d'alimentation et de court-circuit, la complexité de la cybersécurité et des normes qui la régissent – et la façon dont Eaton relève le défi ?

ADAPTER LA TECHNOLOGIE ONDULEUR SELON LES APPLICATIONS

Connaissez-vous les considérations prioritaires à prendre en compte lors de la conception d'un parc onduleur pour maintenir la continuité des activités dans des environnements contrastés tels qu'un hôpital/un établissement de santé, un cadre industriel et un centre commercial ?





Eaton

Siège social EMEA
110 Rue Blaise Pascal
38330 Montbonnot-Saint-Martin
Eaton.com

© 2022 Eaton
Tous droits réservés
Publication n° BR153154FR
Mai 2021

Les produits, les informations et les prix contenus dans ce document sont donnés sous réserve de modification ; sauf erreurs ou omissions. Seules les confirmations de commandes et la documentation technique d'Eaton sont contractuelles. De même, les photographies et les images ne sont pas une garantie quant à la disposition ou la définition d'une fonctionnalité spécifique. Leur utilisation, sous quelque forme que ce soit, est assujettie à l'accord préalable d'Eaton. Il en va de même pour les marques commerciales déposées (en particulier Eaton, Moeller et Cutler-Hammer). Les termes et conditions d'Eaton s'appliquent, comme indiqué sur les pages Internet d'Eaton et les confirmations de commande d'Eaton.

Eaton est une marque déposée.

Toutes les autres marques appartiennent à leurs propriétaires respectifs.

Suivez-nous sur les réseaux sociaux pour connaître toutes les dernières informations sur les produits et le support.

