

The logo consists of the letters 'ESIA' in a bold, white, sans-serif font, centered within a dark blue rectangular box with a thin white border. The background of the entire slide features abstract, flowing blue and white lines that create a sense of motion and depth.

ESIA

Compensation réactive
et
compensation d'harmoniques
depuis 1979

LERAU
ESIA

Partenaire stratégique ...



Batteries automatiques de condensateurs (B.T.)



Condensateurs fixes (B.T.)



Filtres Actifs Syntonisés (comp. des Harmoniques)



SVG (Static Var Generators)

En plus de nos clients généralistes, nous fabriquons aussi pour :

SIEMENS



 **TERASAKI**



EAT•N



Qualité de réseau à Baisse Tension Batteries de cond. + F.A. + SVG



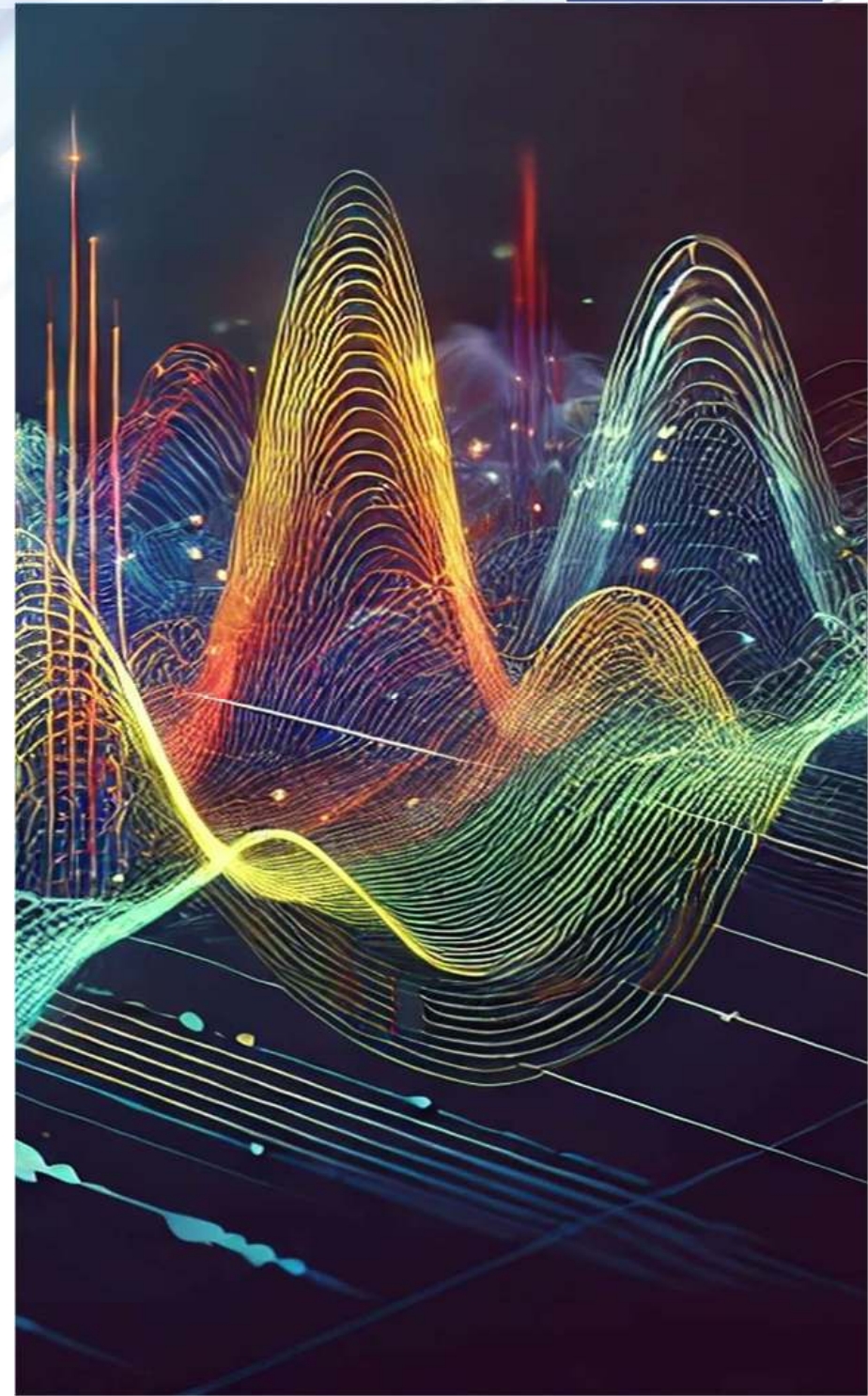
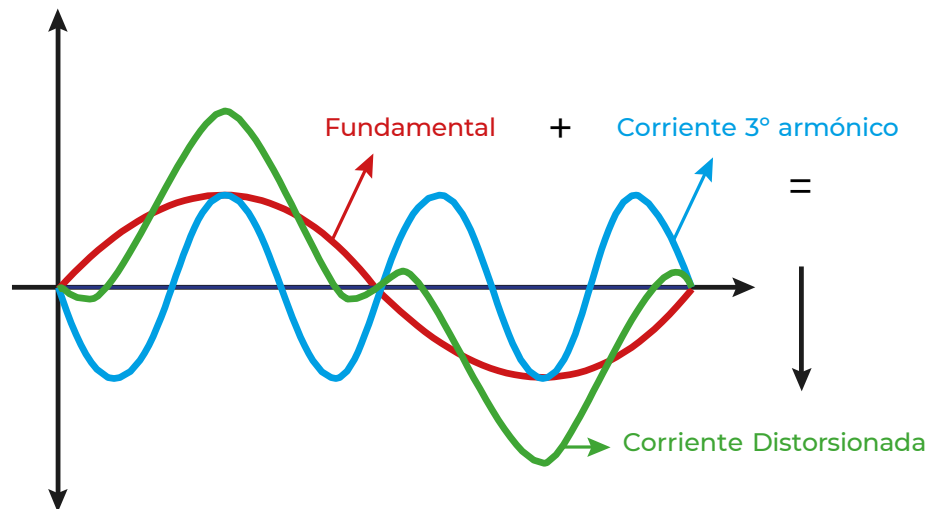
Les HARMONIQUES

The background of the slide is a dark, deep blue space filled with vibrant, multi-colored light patterns. These patterns consist of numerous thin, glowing lines that form complex, wavy, and undulating shapes, reminiscent of sound waves or harmonic frequencies. The colors transition through a spectrum, including bright yellows, oranges, reds, and deep blues. Interspersed among these waves are vertical streaks of light and small, distant-looking points of light, creating a sense of depth and dynamic energy. The overall effect is a futuristic and scientific visualization of the concept of harmonics.

¿ qu'est-ce que les harmoniques en électricité ?

Une harmonique est une tension ou un courant à un multiple de la fréquence fondamentale du système jusqu'à 1 000 Hz.

- ▶ **THD i (%)** Taux de distorsion harmonique dans le courant.
- ▶ **THD u (%)** Taux de distorsion harmonique en tension.



D'où viennent les harmoniques ?



CHARGES NON LINÉAIRES

- ▶ Onduleurs électroniques
- ▶ Fours à induction électromagnétique
- ▶ Lampes LED
- ▶ Variateurs de fréquence
- ▶ Centres de traitement des données (CPD)
- ▶ Redresseurs



Effets harmoniques

Principaux problèmes



Surchauffe



Risque IRM(Résonnance)



Mauvais fonctionnement
d'équipements sensibles



Instabilité électrique
dans le système



Saturation du
transformateur

Effets harmoniques

Problèmes collatéraux



**Temps d'arrêt indésirable
dans des processus
industriels complexes**



**Accélération
moteur et freinage**



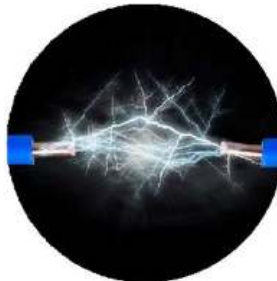
**Durée de vie réduite
des équipements**



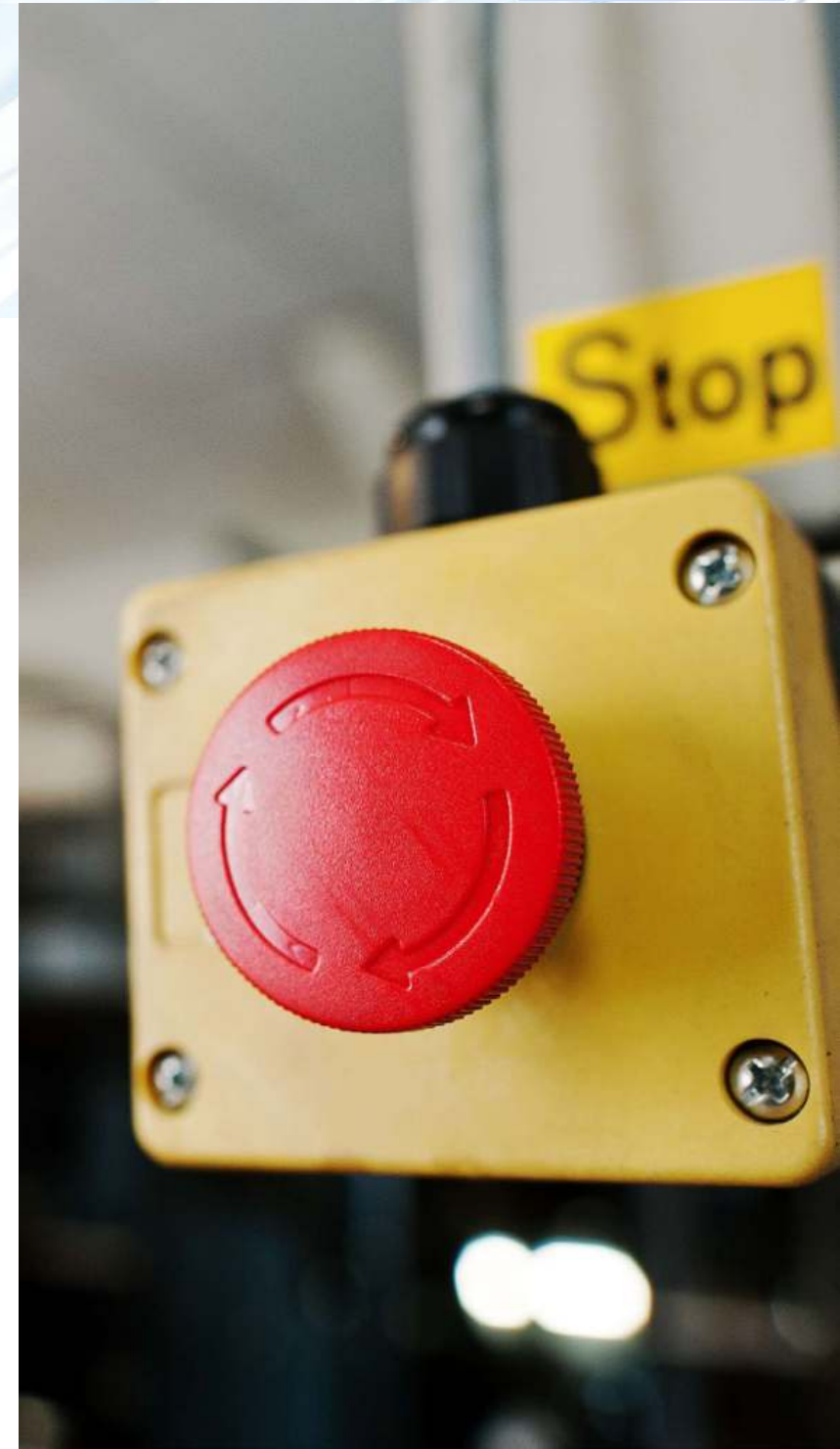
**Augmentation des
dépenses liées à
l'entretien correctif**



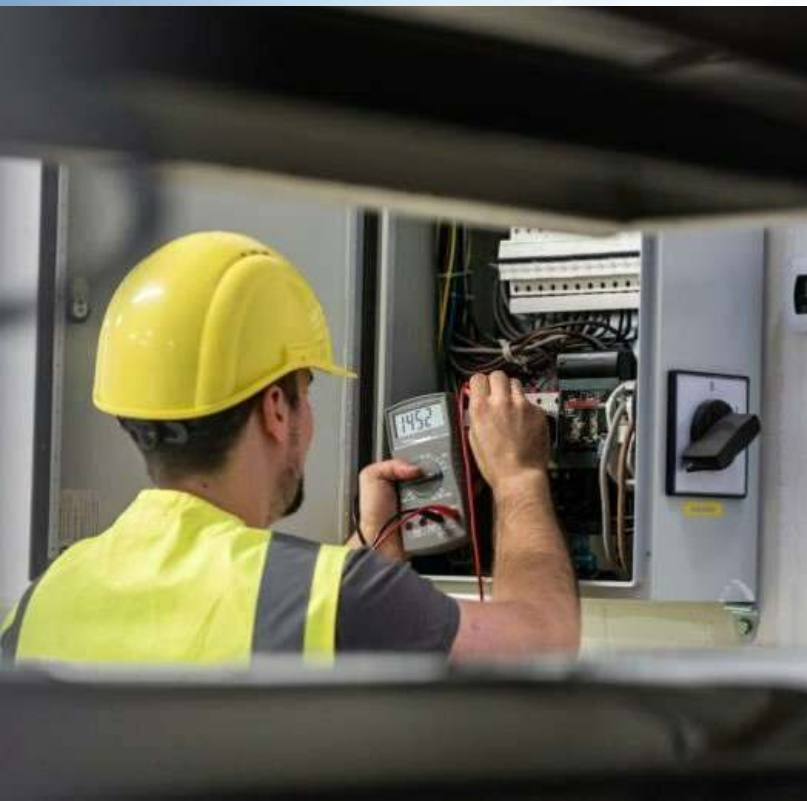
**Problèmes dans la
communication
industrielle**



**Surcourants dans le
neutre**



Effets néfastes des harmoniques dans les installations électriques



Objet	Problèmes	Effets
Câbles	• Courant et résistance accrus. • Pertes thermiques accrues (effet Joule). • Effet « peau ».	• Chauffage des câbles. • Tir sur les protections.
Câble - Neutre	• Circulation de la 3e harmonique et de ses multiples. • Retour par neutralité de l'IE.	• Surintensité. • Chauffage et dégradation du neutre. • Augmentation de tension N-PE. • Tir sur les protections.
Condensateurs	• Résonance en parallèle avec le système. • Amplification de la harmoniques.	• Chauffage, vieillissement prématuré et destruction des condensateurs.
Transformateurs	• Circulation des courants harmoniques à travers les enroulements.	• Surchauffe, perte d'isolation thermique. • Pertes en cuivre et en fer. • Performance en baisse. • Surdimensionnement et saturation du transformateur.
Moteurs	• Circulation des courants harmoniques à travers les enroulements.	• Surchauffe, perte d'isolation thermique. • Pertes en cuivre et en fer. • Performance en baisse. • Vibrations et usure des roulements.
Groupe électrogène	• Système doux, avec une impédance plus élevée que le secteur. • Tension déformée.	• Difficulté de synchronisation automatique et de commutation ultérieure.
Équipements de mesure et de contrôle	• Mesures invalides. • Erreurs dans les processus de contrôle.	• Erreur dans les équipements de référence à zéro-croisement. • Valeurs de magnitude incorrectes.

Harmoniques selon l'activité

Secteur industriel

Secteur d'activité	Harmoniques prédominantes				
	3°	5°	7°	11°	13°
Métallurgie					
Fer et acier					
Usines de ciment, exploitation minière					
Traitement du bois					
Plastiques					
Stations d'épuration					
Textile					
Chimie et biomédical					
Télécommunications					
Industrie alimentaire					
Presses à imprimer					
Automobile					
Énergies renouvelables					



Harmoniques selon l'activité



Segment	Exemples	Type de charge	Problèmes de qualité réseau		
			Déséquilibres	Capacitive	Harmoniques
Grands bâtiments	• Immeubles de bureaux • Administration publique • Centres commerciaux • Stades sportifs	• Climatiseurs et refroidisseurs • Éclairage LED • Pompes à eau • Équipement informatique • UPS			
Infrastructures	• Aéroports • Centres de congrès • Hôpitaux • Centres de données	• Équipement sensible et précision • CVC • SMPS • UPS			
Industrie	• Pétrole et gaz • Industrie des procédés • Logistique • Impression • Fer et acier	• Entraînements industriels • VFD			
Énergies renouvelables	• Photovoltaïque • Énergie éolienne	• Onduleurs • VFD			

Mesures du réseau

« Ce qui ne peut pas être mesurée, ne peut pas être améliorée »

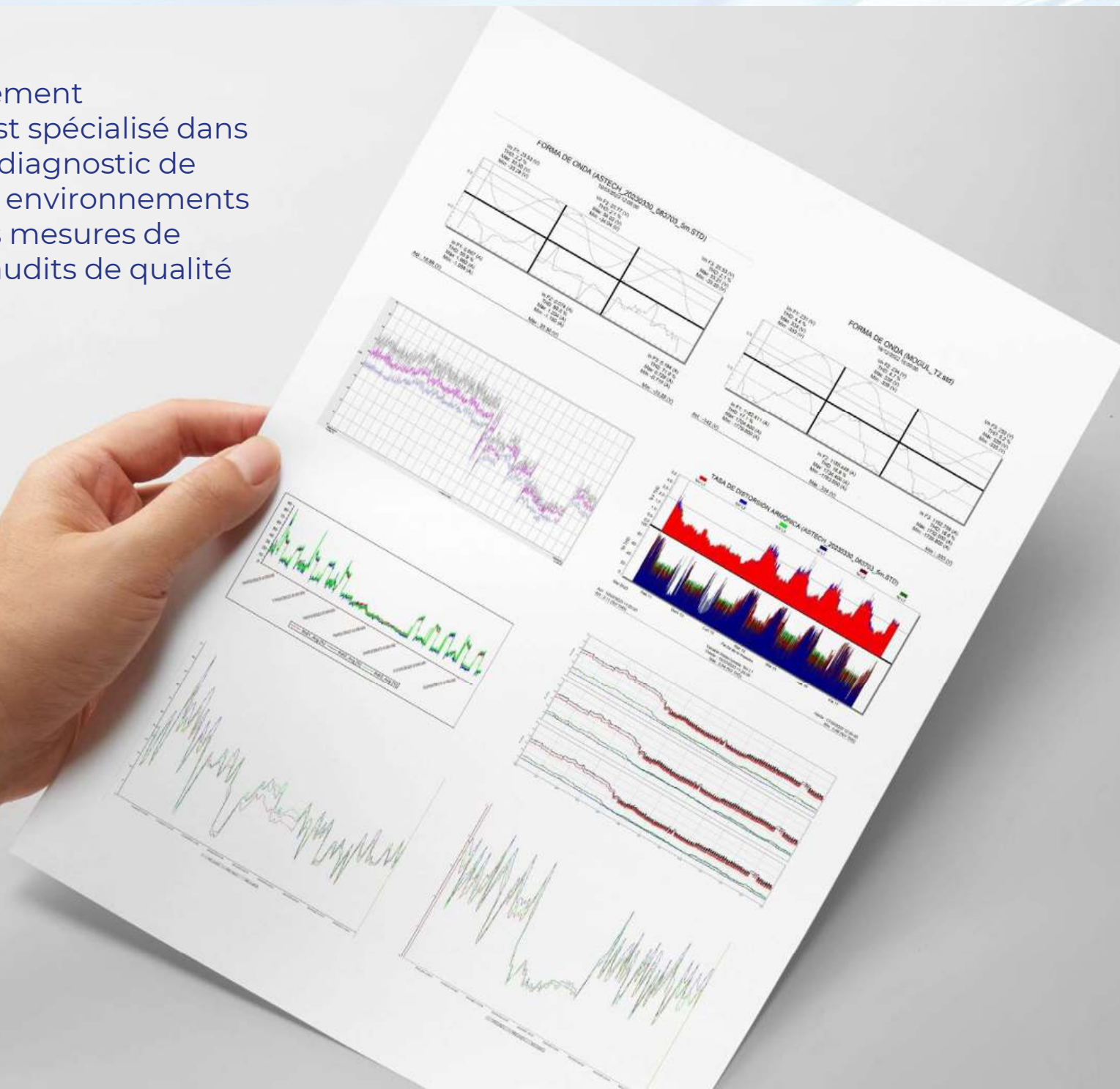
.... William Thomson (Lord Kelvin)



Que faut-il enregistrer avec l'analyseur ?

- ▶ Valeurs minimales, moyennes et maximales P, Q, A, V, I, cosinus.
- ▶ THD i % et THD u % Total et partiel (y compris les harmoniques paires).
- ▶ La mesure doit être effectuée avec la banque de condensateurs (le cas échéant) débranchée.

Notre département d'ingénierie est spécialisé dans l'analyse et le diagnostic de problèmes en environnements industriels, les mesures de réseau et les audits de qualité de l'énergie.





Quelle est la meilleure solution dans ces cas ?

Filtre Actif d'harmoniques (AF)

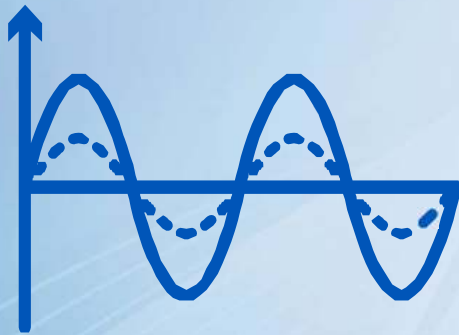


Filtres Actifs

- ▶ Produit EPCOS - TDK
- ▶ Technologie SiC MOSFET (carbure de silicium)
- ▶ Topologie NPC à triple niveau (efficacité 99 %).
- ▶ Réponse en < 50 ms.



Fonctions d'un filtre actif (peuvent être paramétrisés de manière combinée ou pour une fonctionnalité spécifique)



Compense le
courant
harmonique
jusqu'à 50^e
harmonique



Compensation
dynamique de la
puissance
réactive
(inductive et
capacitive)



Équilibrage de phase

Avantages du filtre actif vs. du filtre passif

	Filtre actif	Filtre passif
Complexité	Conception de produits complexes (électronique de puissance, algorithmes de contrôle,...)	Les éléments de base sont des composants passifs standards, mais la conception du système est très complexe.
Efficacité d'atténuation	99%	60-95%
Perte de puissance	1-4%	3-5%
Sensibilité aux variations	La sortie s'ajuste automatiquement aux variations de tension ou de fréquence secteur.	Conçu pour des conditions spécifiques du réseau, toute variation de tension, de fréquence... cela affectera la performance.
Extensibilité	Le système peut être facilement augmentée en ajoutant des modules en parallèle.	Ce n'est pas possible. Conception valable uniquement face à une charge spécifique.
Temps de réponse	µs/ms	seg/min
Niveaux de tension	BT	BT y MT
Portée spectrale	Jusqu'à l'harmonique 50	Jusqu'à l'harmonique 19 (Un seul dessin pour chaque harmonique spécifique)
Injection de puissance réactive	Sí. Tanto Inductiva como Capacitiva.	Caractéristique intrinsèque. Des condensateurs qui sont au cœur de problèmes dus à une surcompensation.
Répartition de charge	Sí	No

Avantages du Filtre Active

- ▶ Atténuation harmonique : Améliore la qualité de l'alimentation et protège les équipements.
- ▶ Compensation réactive : Optimise le facteur de puissance et réduit les coûts.
- ▶ Équilibrage de charge : Stabilise le réseau et empêche la surchauffe.
- ▶ Compensation dynamique : S'adapte aux variations de charge.
- ▶ Réduction des pertes d'énergie : Optimise l'utilisation de l'énergie, améliorant l'efficacité globale du système.



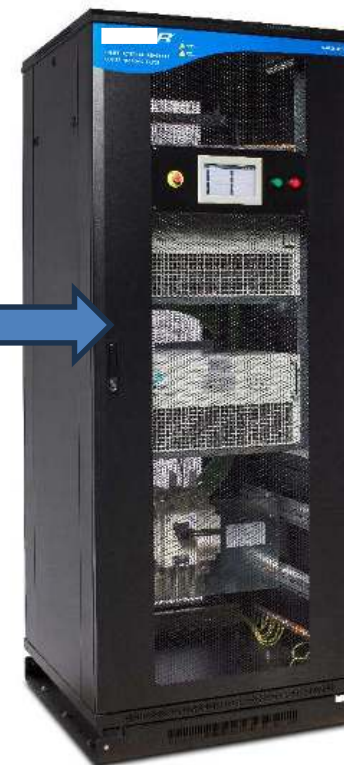
Types de filtres actifs



Mural



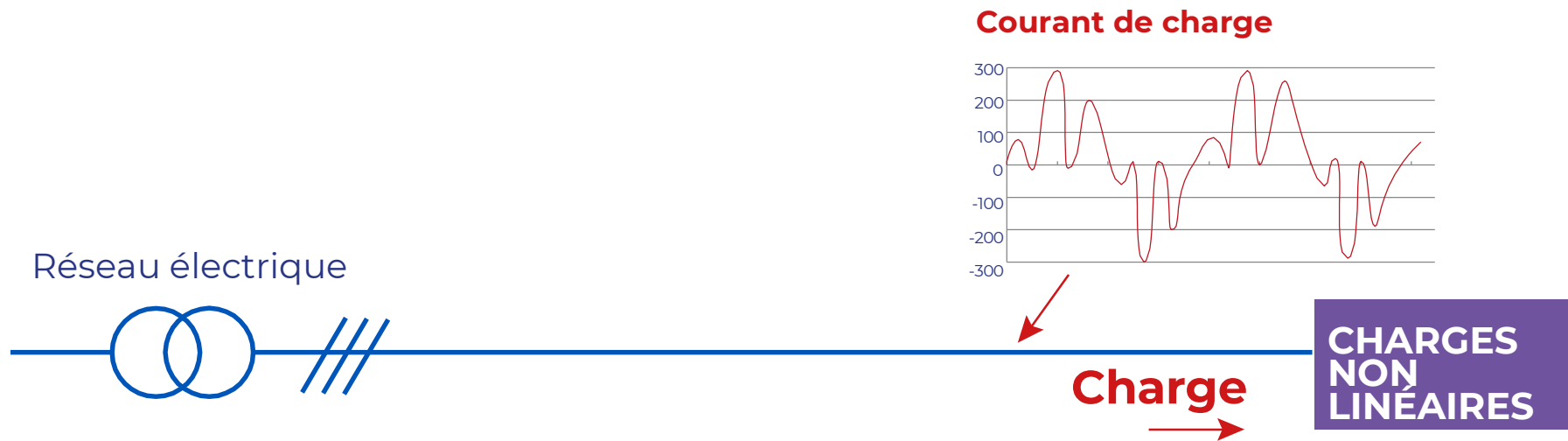
Racks



Armoire modulaire



SANS Filtre Active



AVEC Filtre Actif



Si une batterie de condensateurs est également installée, elle doit intégrer des selfs triphasés pour éviter des résonances avec le F.Actif

Réseau électrique

Réseau

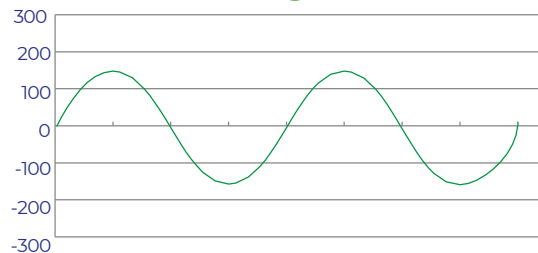
PCC

I_{FA}

Charge

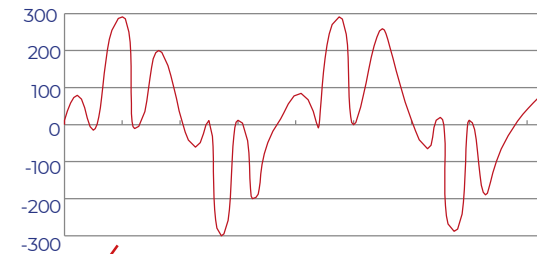
CHARGES
NON
LINÉAIRES

Courant de ligne

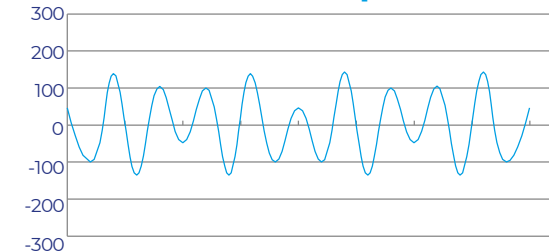


Résultats : forme d'onde sinusoïdale

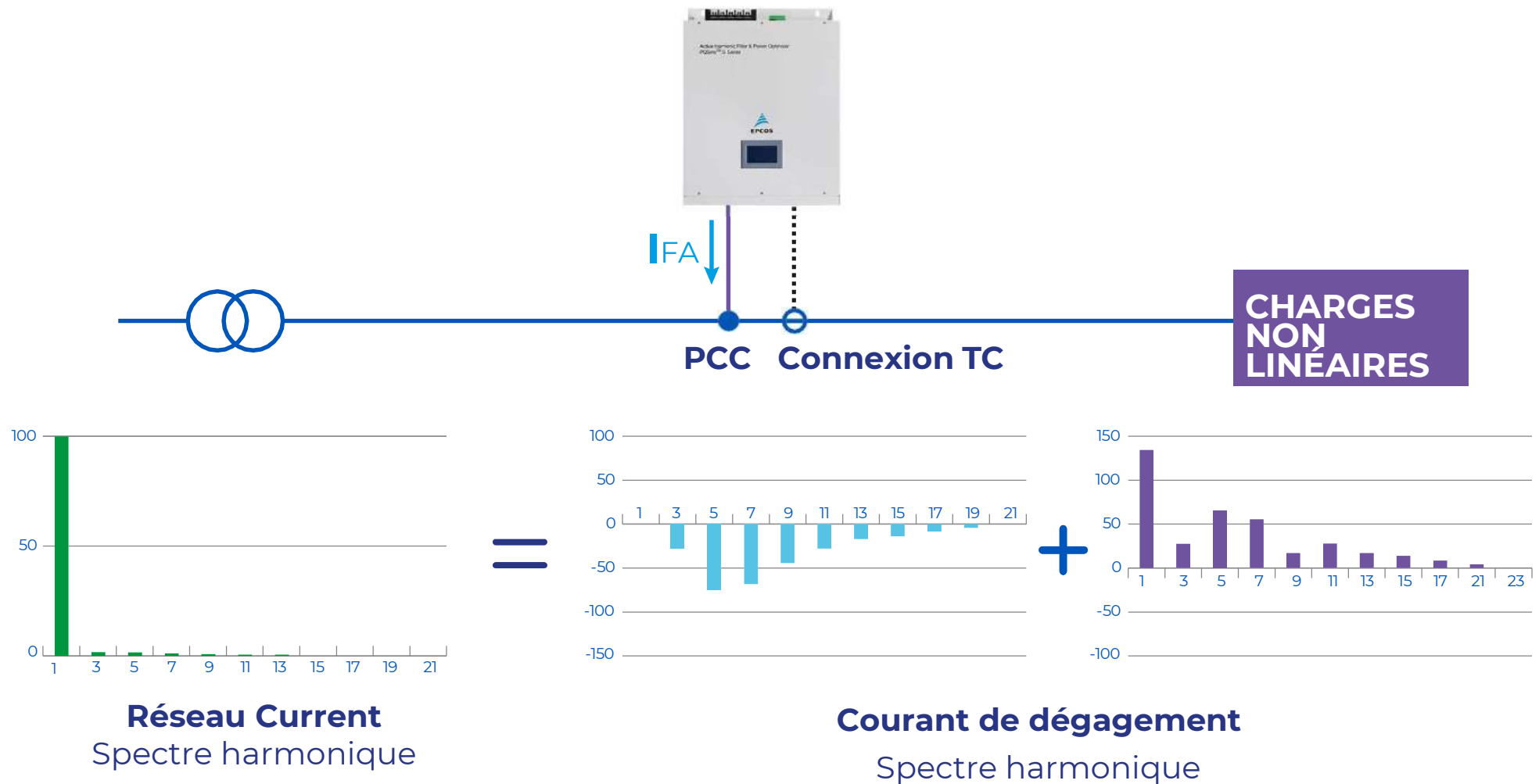
Courant de charge



Courant de compensation



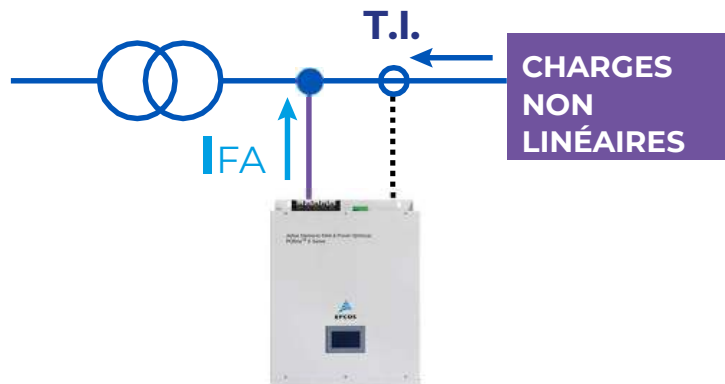
Principe de fonctionnement



Configurations

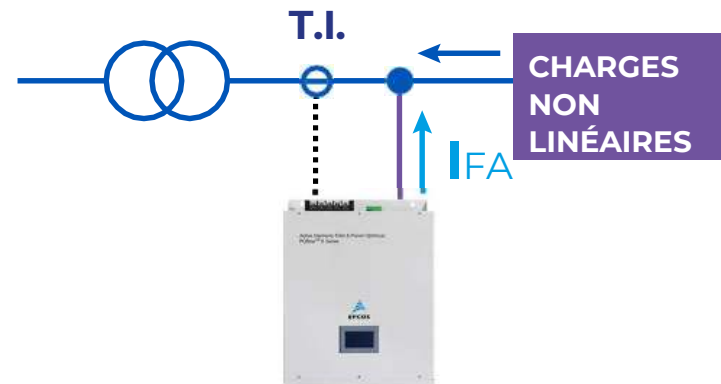
Côté charge

- ▶ Mesure du courant – **côté charge** .
- ▶ Pas de boucle de rétroaction.
- ▶ La précision est limitée par les caractéristiques du réseau.



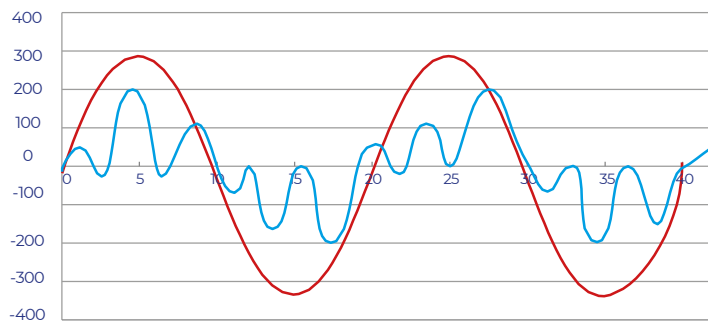
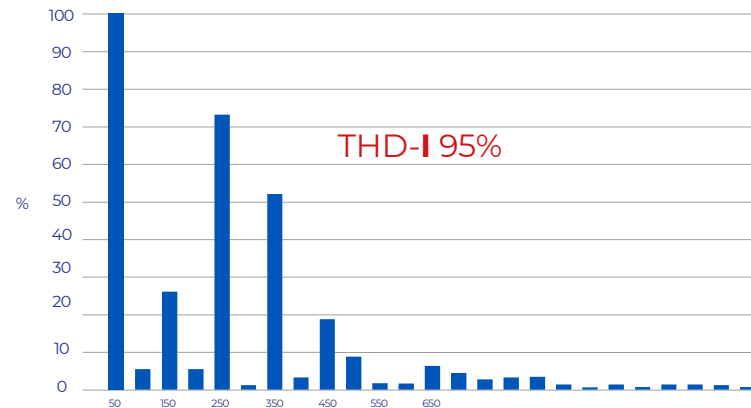
Côté réseau ... **Recommandé**

- ▶ Mesure du courant – **côté réseau**
- ▶ Le courant résultant (y compris l'effet de compensation) est mesuré et analysé pour le F.A.
- ▶ **Détection de résonance** et le réglage du courant de compensation.
- ▶ Permet de fonctionner en « mode 2 » (avancé).
- ▶ Meilleur choix pour des armoires ou modules parallèles.



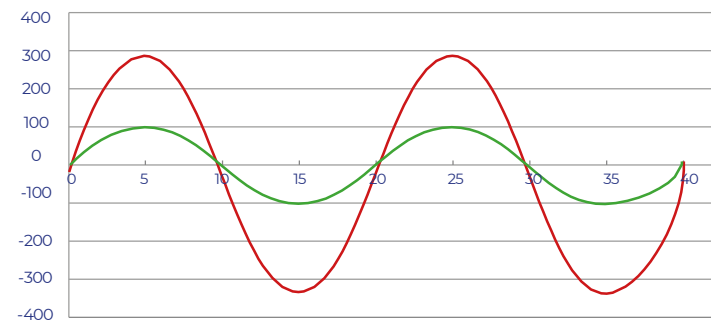
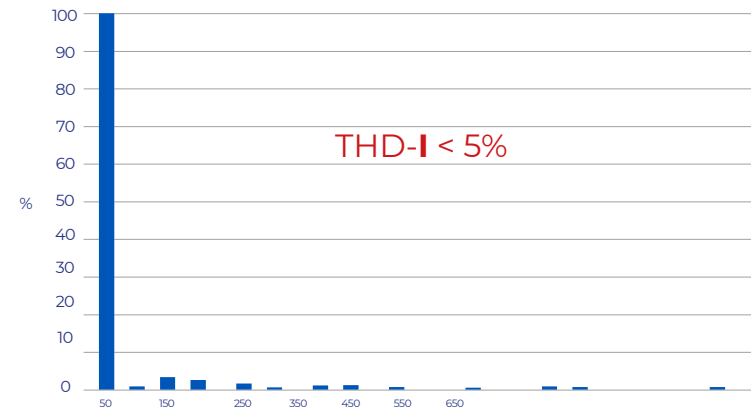
Comparaison d'une installation avec et sans filtre actif

AUCUN filtre actif



— Tension (V)
— Courant de ligne(A)

AVEC filtre actif



— Tension (V)
— Courant de ligne (A)

Comment calculer un filtre actif ?

PHASE 1. IDENTIFIER LES CHARGES DE GÉNÉRATION HARMONIQUE

Analysez quelles charges dans le système sont des sources potentielles d'harmoniques. Par exemple, des charges non linéaires telles que les variateurs de fréquence, les équipements électroniques, etc.

PHASE 3. CALCUL DU COURANT HARMONIQUE

Pour le calculer, multipliez le courant nominal circulant dans l'installation par le THDi à chaque fois. La valeur maximale du courant harmonique calculée déterminera la capacité que doit avoir le filtre actif.



PHASE 2. MESURE DE L'ALIMENTATION RÉSEAU

Effectuer la mesure du réseau à des points déjà identifiés

- Voltage (V)
- Courant (I)
- Puissance active (P) et réactive (Q)
- Facteur de puissance ($\cos \varphi$)
- THDv et THDi

PHASE 4. APPLICATION D'UN FACTEUR DE SÉCURITÉ

Pour éviter que le filtre ne devienne sous-dimensionné, un facteur de sécurité entre 1,5 et 2 fois le courant harmonique de l'installation doit être appliqué.

SVG pour l'amélioration de la qualité de l'énergie

Avec le même principe de fonctionnement qu'un filtre actif

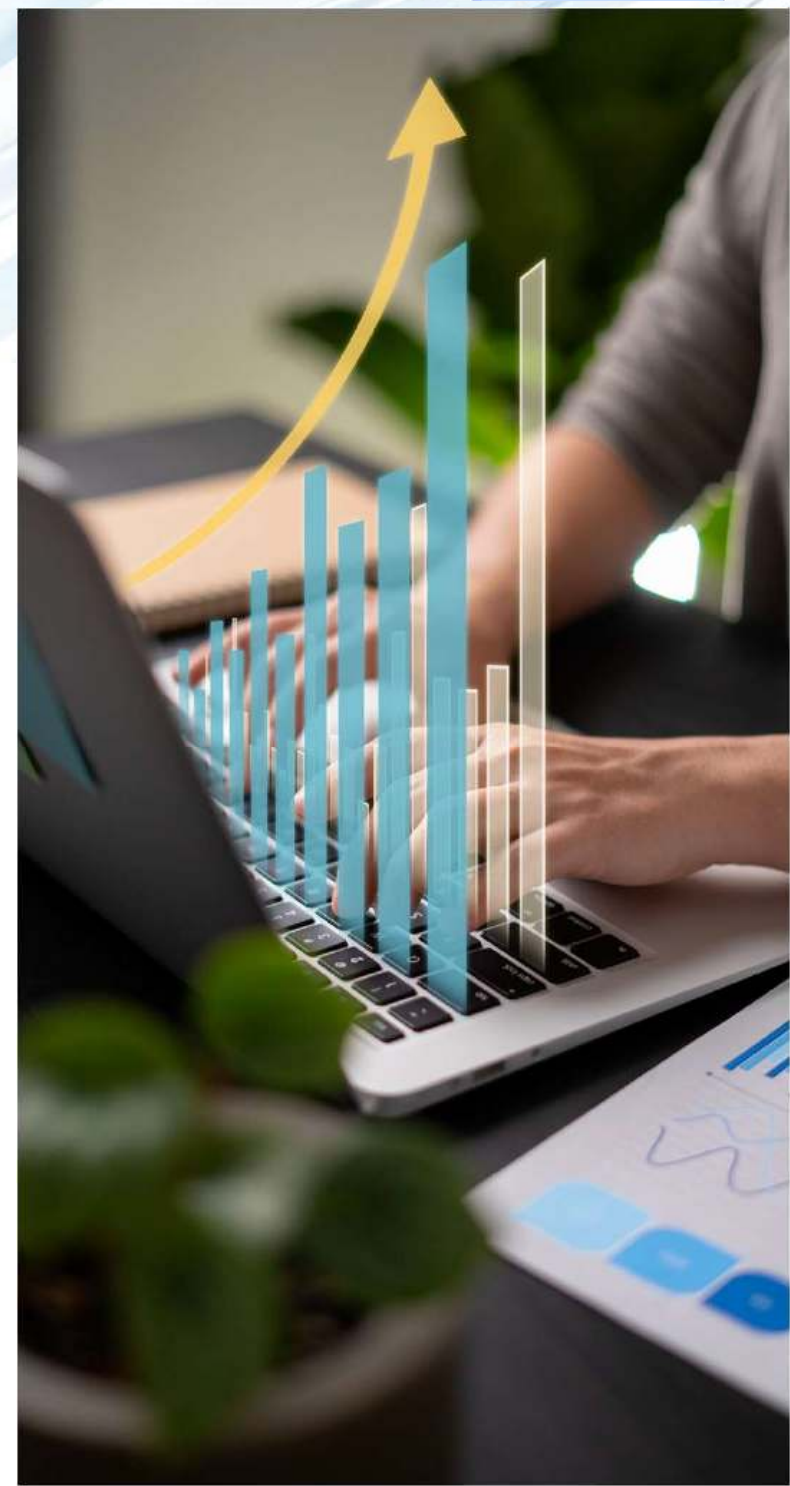


Compensation dynamique de la puissance réactive (inductive et capacitive)



Équilibrage de phase

	Batt. de condensateurs	SVG
Inductive Compensation	●	●
Capacitive Compensation	●	●
Rapidité de réponse	●	●
Capable d'opérer dans des environnements à haut niveau harmonique > 6% TDH-U	●	●



en résumé :

SVG ... Compensation de puissance réactive haute performance

Filtres actifs ... Solutions globales intégrées

COMPARAISON de FONCTIONS / PERFORMANCES	Batt. de condensateurs	SVG (Static Var Generator)	Filtre Actif
Compensation inductive réactive	●	●	●
Compensation réactive capacitive	●	●	●
Compense les HARMONIQUES	●	● ... mais le soutien > TDH-U 7%	●
Capable d'opérer dans des environnements à haut niveau harmonique	●	●	●
Rapidité de réponse	● Seulement avec l'option thyristor	● Instantané	● Instantané
Améliore les déséquilibres entre les phases	●	●	●
Remplacement et maintenance des composants	●	●	●
Ergonomie (plus de puissance dans moins d'espace)	●	●	●
Niveau de bruit	● chaque contacteur -/+ 70 dB	● Entre 56 dB et 65 dB au total	● Entre 56 dB et 65 dB au total



Merci beaucoup pour votre attention !!

