



# Analyse et coupures de réseau

Johann Corminboeuf

**Pourquoi réaliser une analyse réseau ?**

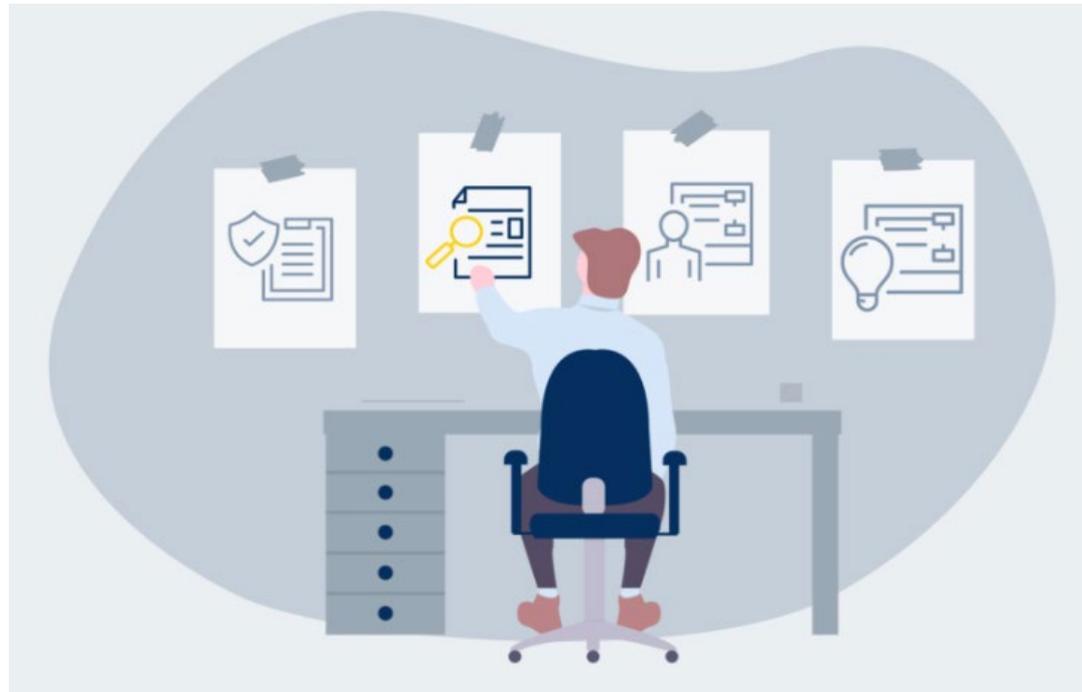
**Comment réaliser une analyse réseau ?**

**Les problèmes des coupures de réseau ?**

**Plan de coupures et de maintien de fonction ?**

**Exemples pratiques**

# Pourquoi réaliser une analyse réseau



# Pourquoi réaliser une analyse réseau



**Définir si des perturbations sont présentes dans une installation**

**Vérifier les charges dans l'installation**

**Optimiser les consommations**

**Déterminer les causes de pannes d'équipements**

# Pourquoi réaliser une analyse réseau

**Définir si des perturbations sont présentes dans une installation**

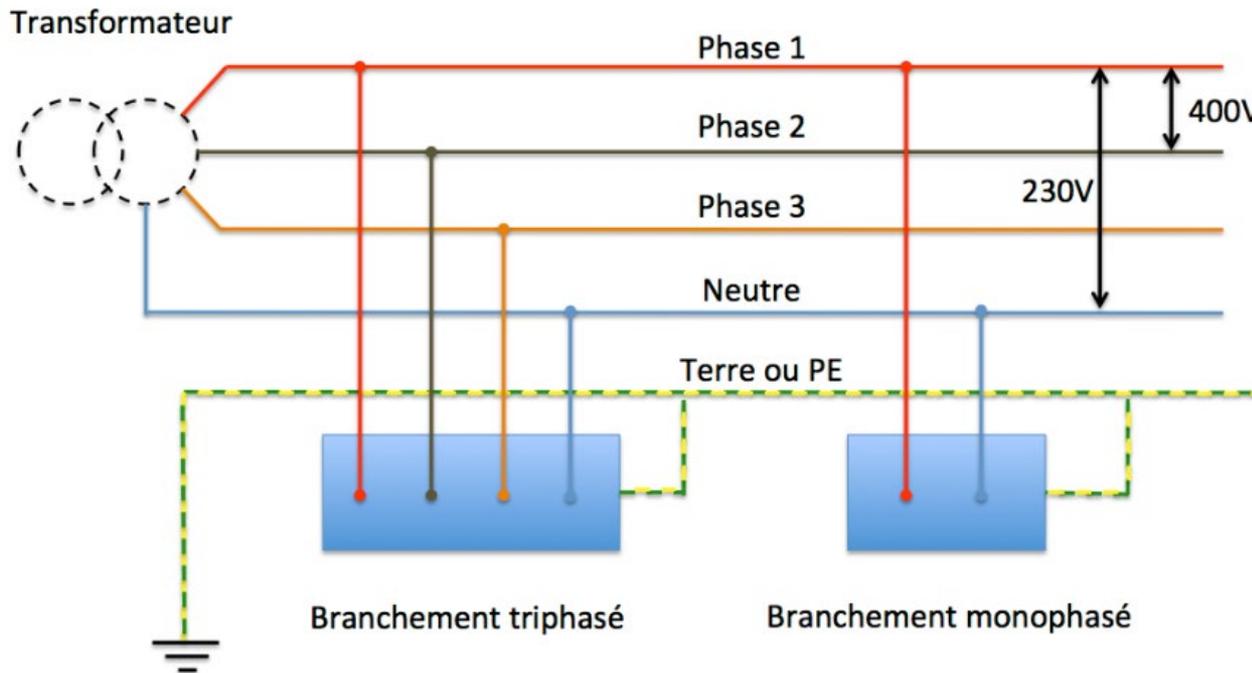
par mesures de tension et de courant selon la norme EN 50160 qui définit :

- Fréquence du réseau (Réseau européen peu de variation)
- Variations de tension (variation de charge)
- Papillotement ou Flicker (four à arcs, poste à souder)
- Déséquilibre
- Harmoniques (récepteurs électroniques)
- Tensions de transmission du signal de réseau

# Pourquoi réaliser une analyse réseau

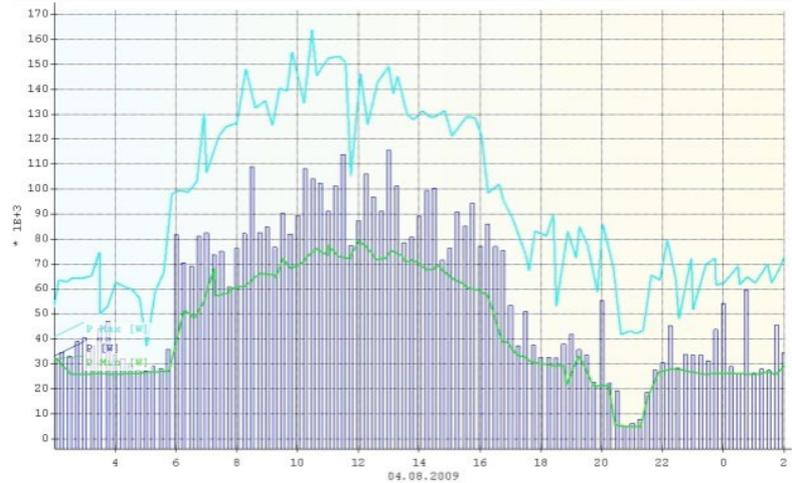
## Vérifier les charges dans l'installation

Afin de déterminer si le réseau est équilibré (phases et neutre)



# Pourquoi réaliser une analyse réseau

## Optimiser les consommations



Pour les habitations comme les industries il est possible d'optimiser leurs consommations en visualisant les charges enregistrées sur une durée déterminée.

Certains récepteurs peuvent être débranchés la nuit ou lors de périodes creuses en pouvant parfois stocker de l'énergie pour les heures chargées (froid, chaud, air comprimé, etc.)

# Pourquoi réaliser une analyse réseau

## Déterminer les causes de pannes d'équipements

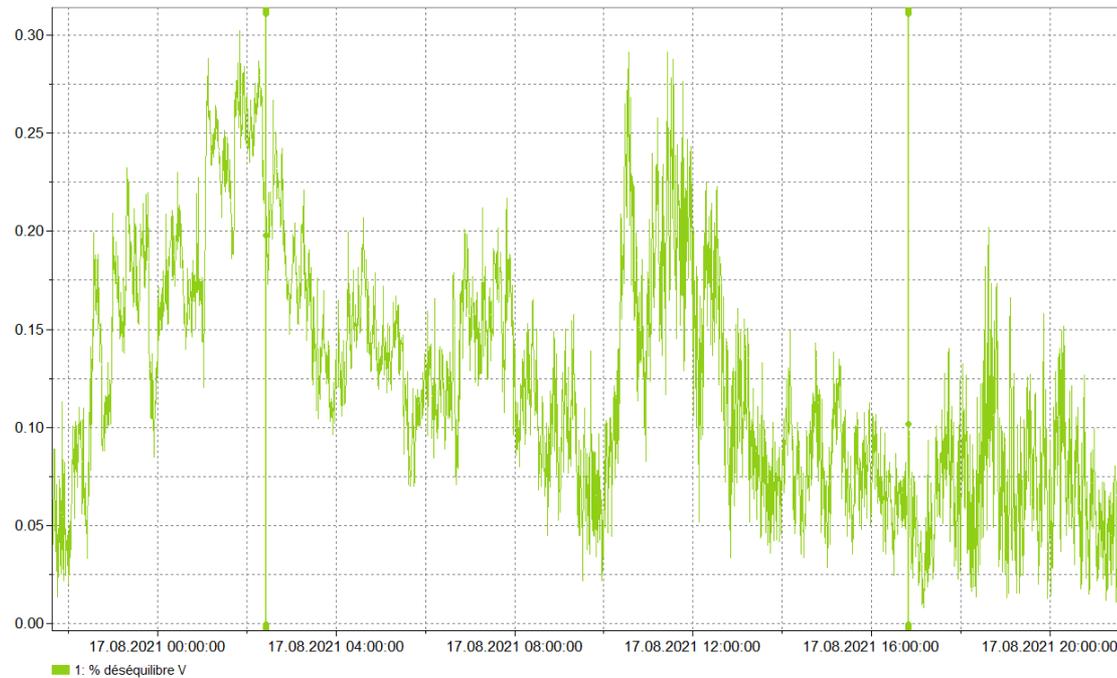
Des problèmes peuvent être engendrés par différentes causes et un analyseur installé plusieurs jours à l'alimentation du bâtiment ou à des endroits stratégiques peuvent déterminer quels types de perturbations sont présentes et déceler les récepteurs ou conceptions de l'installation à remettre en cause.

# Pourquoi réaliser une analyse réseau

## Causes possibles :

- Appareils perturbateurs (moteurs au démarrage, électroniques de puissance et harmoniques, enclenchements fréquents, etc.)
- Concept de terre (manque de liaisons équipotentielles, défauts d'isolement, blindage pas raccordé, séparation courant fort et courant faible)
- Système de protection pas adapté (TN-C-S avec des alimentations d'ensembles d'appareillages câblés en PEN)

# Comment réaliser une analyse réseau



## Comment réaliser une analyse réseau

L'analyse se fait par deux étapes, la vision générale de l'installation et la pose d'un enregistreur pour une durée par exemple d'une semaine.

Les discussions avec l'exploitant et la vision générale de l'installation permet déjà de déterminer l'endroit à installer l'enregistreur et la période d'enregistrement afin de ne pas l'installer lorsque la production est au ralenti.



# Comment réaliser une analyse réseau



Après avoir déterminé l'emplacement de l'appareil pour les mesures à enregistrer, il faut encore prendre quelques précautions lors de la pose de l'enregistreur qui se trouve en général dans une armoire électrique.

# Comment réaliser une analyse réseau

Point 1 :

- vérifier si la puissance et le courant sont adaptés aux plages de mesures l'appareil



# Comment réaliser une analyse réseau

Point 2 :

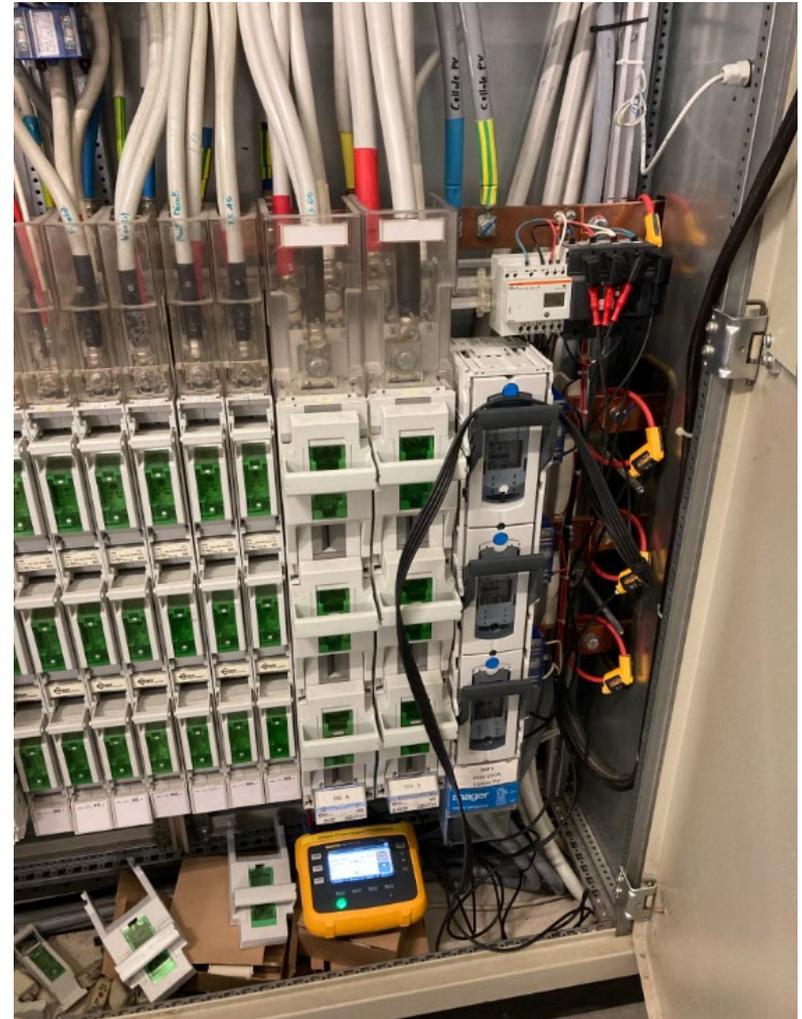
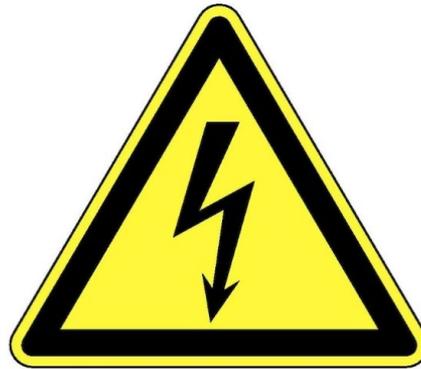
- porter les équipements de protection (EPI) adaptés



# Comment réaliser une analyse réseau

Point 3 :

- sécuriser l'armoire si des protections ne peuvent pas être remises en place (plaque PVC, porte, etc.) et apposer un marquage à proximité avec les coordonnées et la période de mesures.



# Les problèmes des coupures de réseau



# Les problèmes des coupures de réseau

**Avec la situation actuelle et les prévisions de coupures d'électricité cet hiver, il est important de se préparer au mieux.**

Certains équipements ne supportent pas une coupure de courant même brève !



# Les problèmes des coupures de réseau

Il est important d'identifier les équipements qui seront problématiques lors d'une coupure de courant.

On doit avoir une attention particulière aux récepteurs suivants :

- Informatique (serveurs, téléphonie, badges)
- Equipements de sécurités (DI et effraction)
- Portes automatique (dérayage du moteur)
- Ascenseurs (souvent en alarme si la coupure est longue)
- Système de chauffage à bois (cycle de chauffage et risque de surchauffe du foyer)
- Installation de froid (surchauffe du circuit frigorifique).
- Solaire thermique (surchauffe dans les panneaux)
- Les coupe-surintensité (déclenchements aux courants d'enclenchement d'alimentations électroniques)



# Les problèmes des coupures de réseau

**Lors de coupures prolongées de courant il faut tenir compte des conséquences extérieures au bâtiment.**

Dans le cas de coupures de plusieurs heures, et si cela se répète durant plusieurs semaines, des problèmes d'approvisionnement seront également possibles.



# Les problèmes des coupures de réseau

Il est judicieux de prévoir des réserves comme :

- eau (stock en cas de coupure du réseau)
- combustibles (bois, gaz, mazout)
- Batterie de stockage adaptée pour l'informatique
- Consommables divers, les approvisionnements seront difficiles



# Plan de coupures et de maintien de fonction



# Plan de coupures et de maintien de fonction

**Le confort des réseaux en Suisse nous a habitué à avoir une alimentation électrique avec de rares et très brèves coupures durant toute l'année.**

Malheureusement, nous constatons lors des mesures d'isolement que certains équipements ne redémarrent pas après des coupures prolongées de plusieurs minutes ou plusieurs heures. De plus les procédures de remise en service ne sont pas maîtrisées par le personnel présent.



# Plan de coupures et de maintien de fonction

De ce fait il est judicieux de prévoir des tests de coupures d'électricité et d'améliorer les procédures et équipement comme :

- Les onduleurs pour le maintien de fonction
- le groupe électrogène
- L'informatique
- Les équipements techniques
- Les machines de production
- Etc.

# Plan de coupures et de maintien de fonction

## Les onduleurs pour le maintien de fonction

- Tester si il démarre correctement lors d'une coupure
- Faire des essais de fonctionnement avec la charge prévue
- Déterminer le temps nécessaire du maintien de fonction en vérifiant si les capacités des batteries sont adaptées
- Délester les consommateurs inutiles
- Déterminer si le temps de recharge ne soit pas trop long en cas de coupures journalières prévisibles



# Plan de coupures et de maintien de fonction

## Le groupe électrogène

- Tester si il démarre correctement lors d'une coupure
- Faire des essais de fonctionnement avec la charge prévue
- Déterminer le temps nécessaire au maintien de fonction en planifiant la réserve de carburant nécessaire
- Délester les consommateurs inutiles
- Essais avec combinaison d'autres production comme le photovoltaïque.



# Plan de coupures et de maintien de fonction

## L'informatique

- Vérifier si les serveurs et autres équipements sont bien raccordés au réseau secouru
- Tester le processus de fin de tâche des serveurs lors de coupures avec les ordres donnés par l'onduleur
- contrôler les téléphones dédiés aux appels externes
- Préparer les codes et numéros d'appels des services de surveillance pour la détection incendie, l'effraction, etc.
- Définir les processus pour l'arrêt et la mise en service des installations de télécommunication



# Plan de coupures et de maintien de fonction

## Les équipements techniques

- Tester les alarmes avec les services de surveillance lorsqu'il y a une coupure de courant
- Comment réagit les portes coupe-feu, les clapets anti-feu, les armoires d'énergie pour la DI, l'effraction, l'éclairage de secours, les exutoires de fumées, les ascenseurs
- Déterminer si une interruption d'équipement de ventilation, d'air comprimée, de maintien de température pour des matériaux spécifiques ne sont pas dangereux



# Plan de coupures et de maintien de fonction

## Les machines de production

- Vérifier si la sécurité est toujours assurée en cas de coupure de courant contre les dangers mécaniques
- Déterminer les machines qui nécessitent un maintien de fonction pour éviter des pertes de matière ou des nettoyages conséquents
- Priorité de production pour des produits spécifiques



# Exemples pratiques

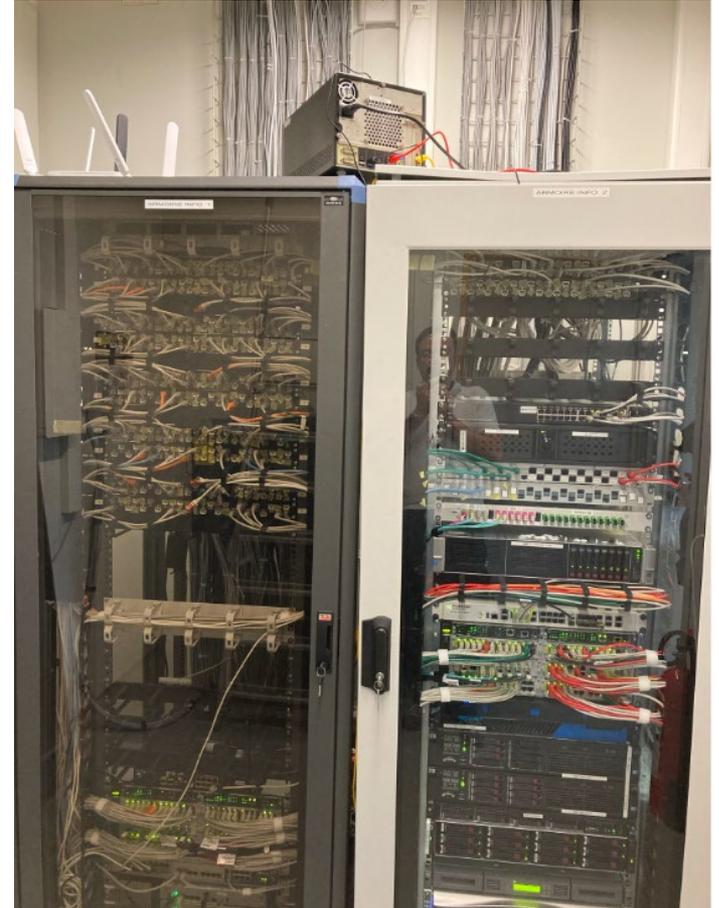


# Exemples pratiques

## Industrie avec perturbations sur le réseau informatique

### - Quels sont les problèmes :

Des coupures intermittentes sur des équipements IT de manière aléatoire touchant autant des ordinateurs, des timbreuses ainsi que des TV.



## Exemples pratiques

### - Depuis quand :

Tout était parfaitement fonctionnel jusqu'en février 2022

### - **Un changement ou une modification a été réalisé avant le début des problèmes :**

L'installation de la téléphonie sur IP PoE, des nouveaux switchs, un onduleur 10 KVA dans le local. Egalement la mise en service d'une installation de panneaux solaires photovoltaïques sur le toit.

## Exemples pratiques

- **Des tests ont déjà été effectués :**

Au niveau du câblage, il a été constaté que les gaines techniques font passer de manière entremêlée le courant fort et le courant faible. Les mesures de ces câbles qui alimentent les onduleurs photovoltaïques avec un appareil de mesure électromagnétique et le résultat est 'hors mesure' soit en-dessus de 2000 nanotesla.

## Exemples pratiques

- **Des tests ont déjà été effectués :**

L'autre problème constaté est la mise à terre des 2 racks informatique : sur 1 rack la charge électromagnétique est inexistante mais sur l'autre rack, la charge fait à nouveau dépasser la valeur de mesure de l'appareil.



# Exemples pratiques

## - Expertise

Cette expertise a été réalisée en effectuant dans les locaux des examens visuels et des mesures des installations électriques à courant fort et déterminer le principe du câblage du réseau informatique dans le bâtiment.



# Exemples pratiques

## - Sous-sol

- Tableau principal :
- introduction de 500A
  - courant dans conducteur de terre : 9A
  - fréquence env. 160Hz



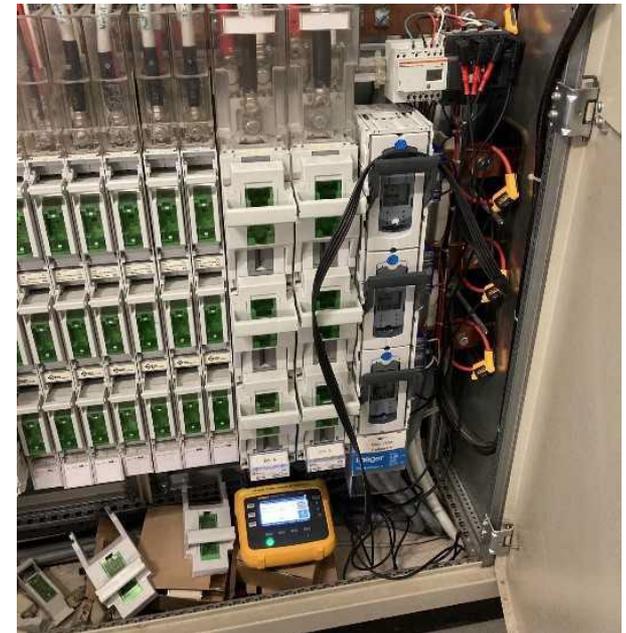
# Exemples pratiques

## - **Sous-sol**

Tableau principal : Enregistreur durant 1h.

Le résultat correcte :

- P moyen = 435kW
- V THD moyen = 3.3% (valeur limite <8%)
- S moyen = 484kVA
- A THD moyen = 8.9%
- Q moyen = 208kvar



# Exemples pratiques

## - Sous-sol

Tableau principal : des départs sont en TN-C (câble de neutre et de PE communs de couleur jaune-vert + gaine bleue)

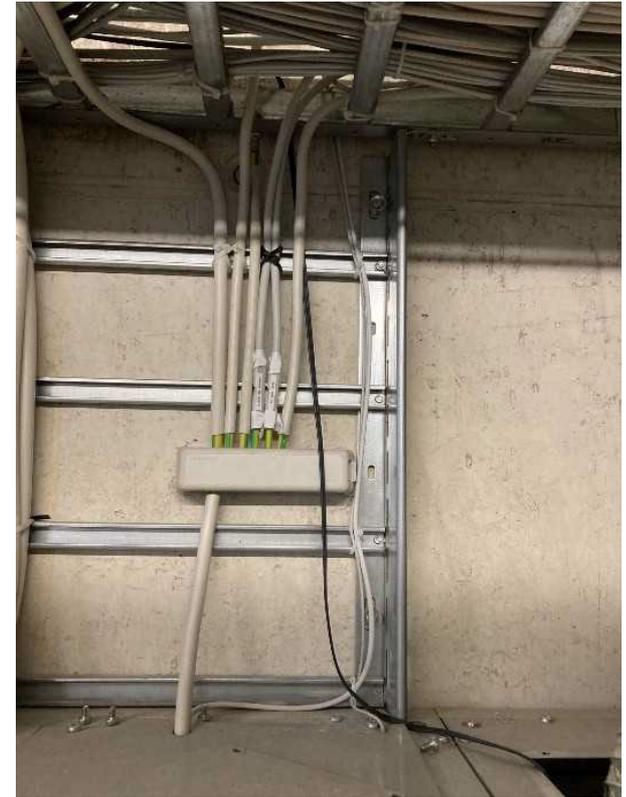


# Exemples pratiques

## - **Sous-sol**

Réglette de terre :

- Départ PV 1,46A à 50Hz
- Départ chemin de câbles env. 5A à 50Hz
- Départ conducteur de terre 1.8A et fréquence aléatoire entre 160Hz et 480Hz

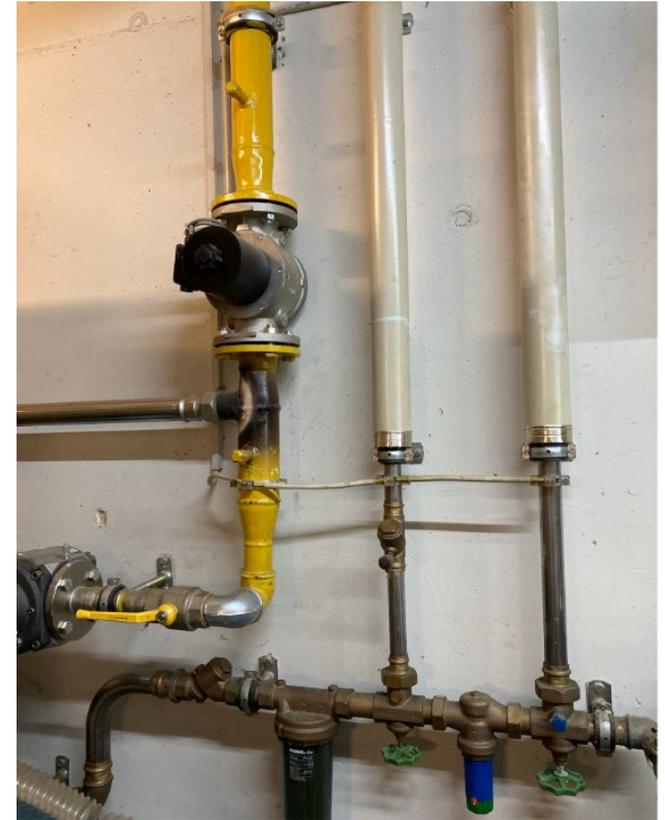


# Exemples pratiques

## - Sous-sol

Introduction eau et gaz :

- Equipotentielle reliée avec un courant de 320mA et une fréquence aléatoire

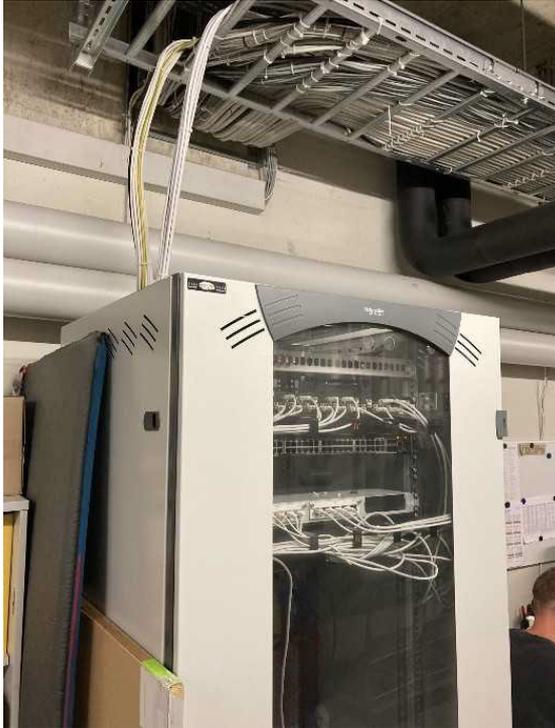


# Exemples pratiques

## - Sous-sol

Armoire informatique local à droite de la TGBT :

- Courant de 160mA sur la liaison équipotentielle de 10mm<sup>2</sup>
- Câblage mélangé avec le courant fort dans les canaux

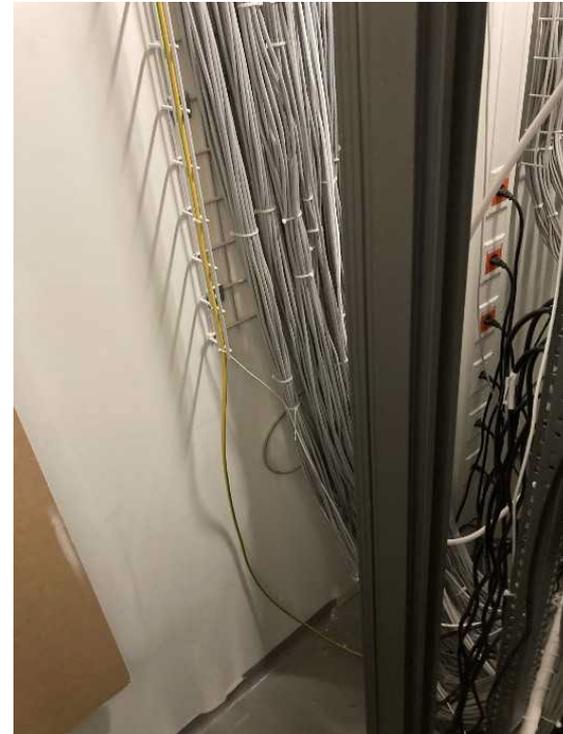
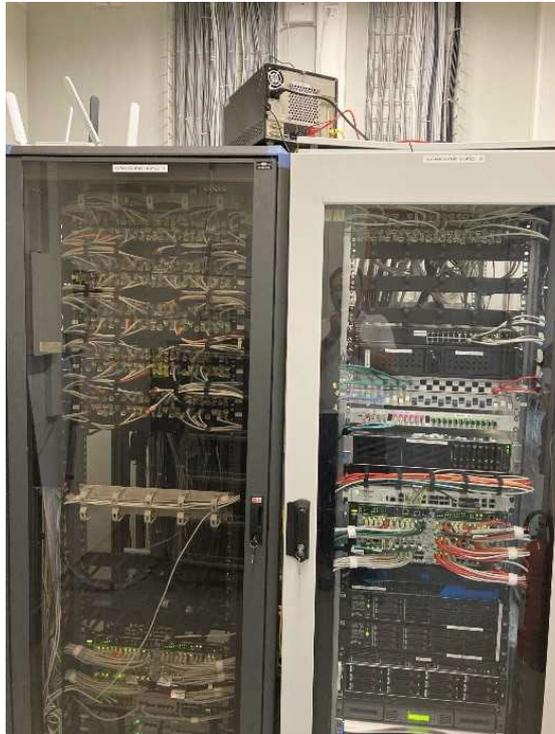


# Exemples pratiques

## - 1<sup>er</sup> étage

Armoires informatiques :

- Liaison équipotentielle depuis un tableau de distribution, courant de 340mA

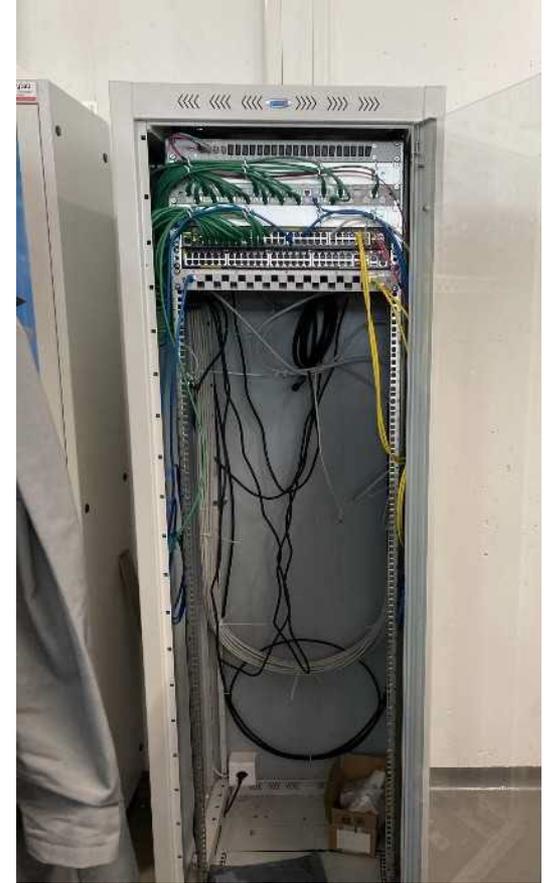


# Exemples pratiques

## - 2ème sous-sol

Armoire informatique :

- Aucune liaison équipotentielle raccordée à l'armoire
- Les câbles informatiques sont posés dans le même canal et mélangés avec les câbles courant fort

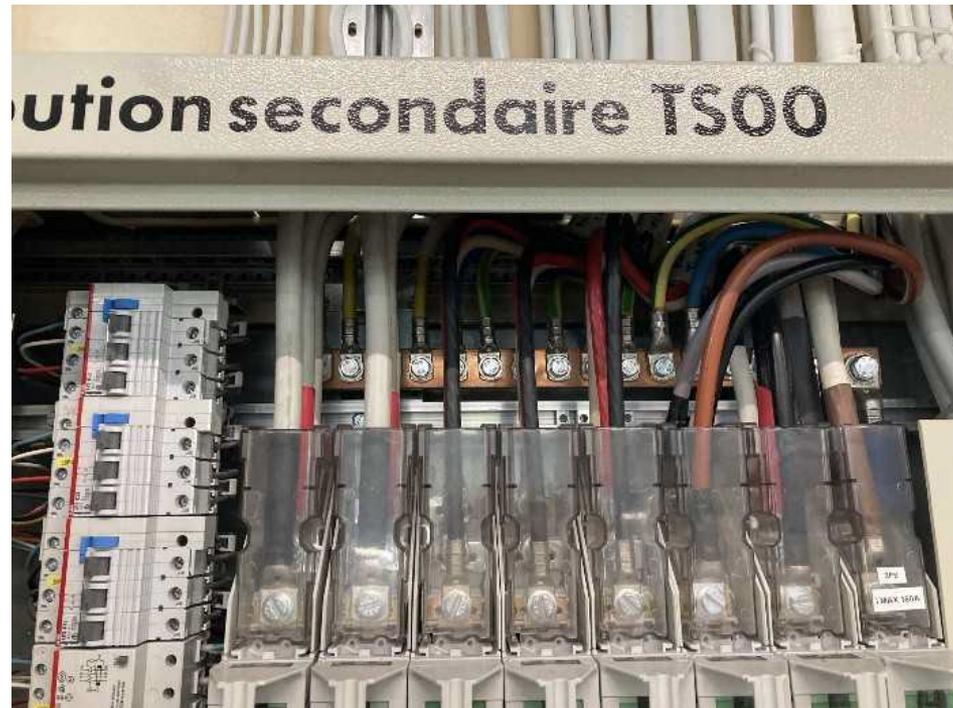


# Exemples pratiques

## - 2ème sous-sol

Tableau de distribution :

- Les PE et N sont séparés

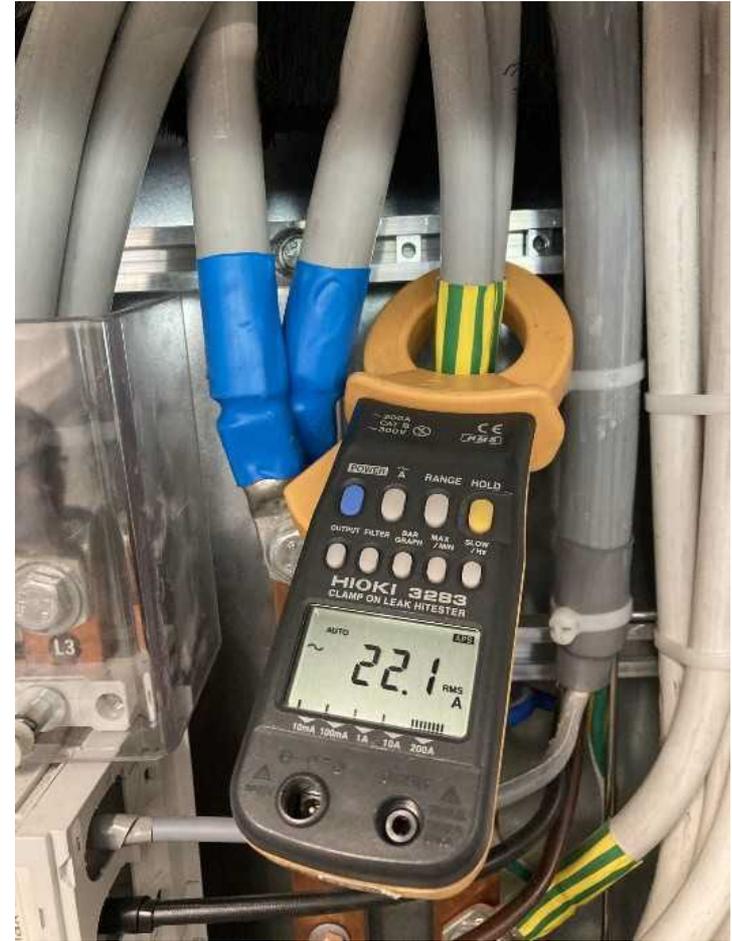


# Exemples pratiques

## - 2ème sous-sol

Tableau de distribution :

- Conducteurs de protection d'alimentation (séparé du neutre)
- Un courant de 22 A a été mesuré dans le PE, provient des masses du bâtiment ou de problèmes d'isolement des circuits partants du tableau



# Exemples pratiques

## - Toiture

Installation photovoltaïque

- Câbles avec conducteur de protection concentrique

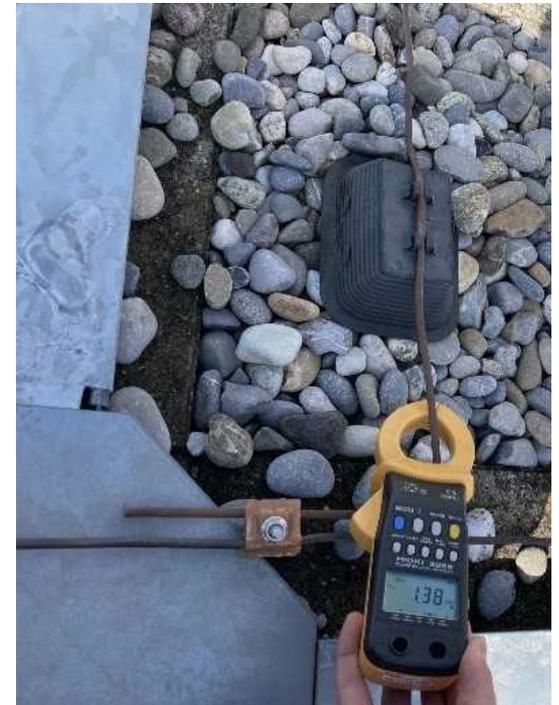


# Exemples pratiques

## - Toiture

Equipotentielles et organes de captage du SPF

- Les courants mesurés aux conducteurs étaient de plus de 1 ampère



## Exemples pratiques

### - Résultats de l'expertise :

Le concept de mise à terre est correcte sur l'ensemble des installations, les modifications réalisées ces dernières années ont été réalisées correctement en tenant compte des anciennes installations. Nous relevons tout de fois que les armoires informatique n'ont pas toutes été reliées à la liaison équipotentielle principale du bâtiment, cela concerne l'armoire au sous-sol.

## Exemples pratiques

### - Résultats de l'expertise :

L'analyse du réseau intérieur réalisé durant une heure sur l'alimentation courant fort du bâtiment ne montre pas de perturbation suffisamment élevées pour causer des problèmes sur le réseau informatique.



## Exemples pratiques

### - Résultats de l'expertise :

Les causes qui génèrent des courants importants et des champs magnétiques élevés dans les conducteurs de paratonnerre, des conducteurs de protection, des liaisons équipotentielle et des blindages des câbles d'alimentation des onduleurs proviennent d'une part des deux alimentations des tableaux de distributions qui sont réalisés avec des conducteurs PEN (Neutre et PE communs) ainsi que d'éventuels défauts d'isolements.

## Exemples pratiques

### - Résultats de l'expertise :

Le câblage informatique qui n'est pas blindé a été installé dans les chemins de câbles et les canaux avec les canalisations à courant fort sans séparation métallique ni distance minimale.

Les causes des défaillances du réseau informatique proviennent de deux causes :

- des influences des installations à courant fort dont les courants élevés dans les mises à terre perturbent le réseau informatique
- des canalisations à courant fort qui sont installées à proximité des câbles informatiques.

## Exemples pratiques

### - Résultats de l'expertise :

Proposition d'amélioration :

- a) Modifier le câblage des alimentations en PEN depuis le tableau principal
- b) Relier l'armoire informatique au sous-sol à la liaison équipotentielle
- c) Effectuer les mesures d'isolement de tous les circuits

## Exemples pratiques

### - Résultats de l'expertise :

Proposition d'amélioration :

d) Séparer le câblage informatique des installations à courant fort, exemple avec séparation selon NIBT 4.4.4.6 :

- 20cm sans séparation métallique
- 10cm avec séparation métallique perforée
- 0cm avec séparation métallique plein

## Exemples pratiques

### - Résultats de l'expertise :

Proposition d'amélioration :

- e) Pour les canalisations en câbles mono-conducteurs, il y a lieu de respecter les permutations des phases selon la NIBT 5.2.3.5.1.2
- f) Modifier le concept de mise à terre afin de réaliser des liaisons équipotentielles fonctionnelles selon la NIBT 5.4.3.5

## Exemples pratiques

### - Résultats de l'expertise :

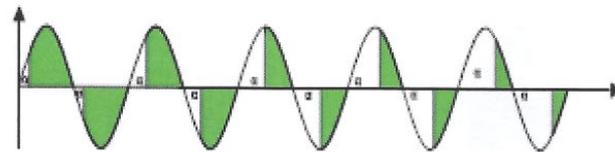
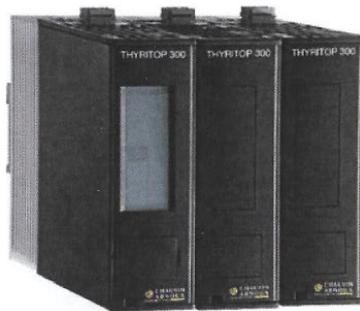
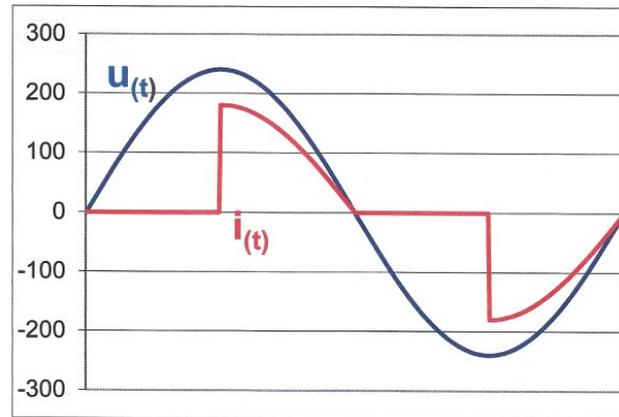
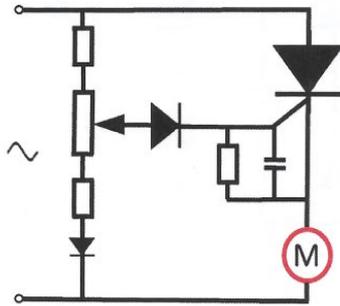
### Proposition d'amélioration :

Nous vous recommandons de mettre en œuvre en priorités les points a) à c) et de faire des mesures de courants sur les conducteurs du paratonnerre et des mises à terre (PE PA) ainsi que d'analyser si des perturbations sont encore présentes dans le réseau informatique. Si le résultat de ces modifications n'apportent pas une amélioration suffisante, il y aura lieu d'appliquer les points d), e) et f).

# Exemples pratiques

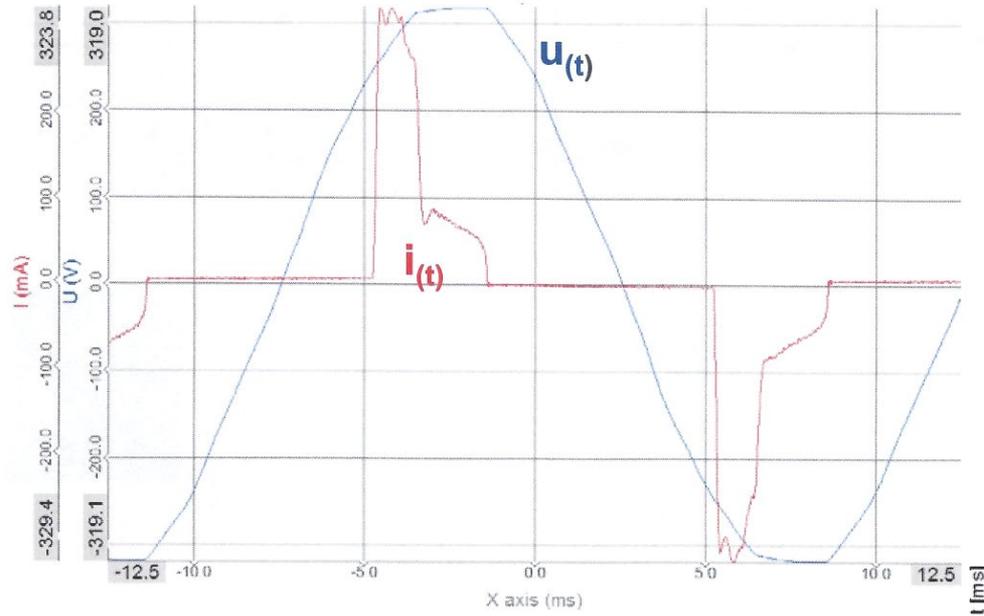
## - Signaux de récepteurs :

Gradateur de lumière ou chauffage, relais statiques et régulateurs de puissance à thyristors



# Exemples pratiques

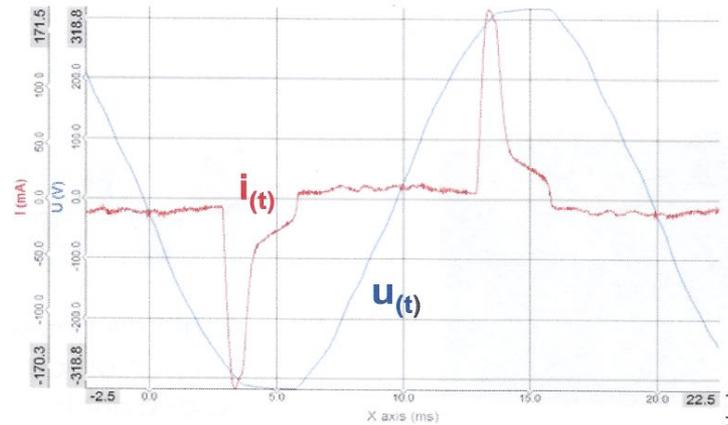
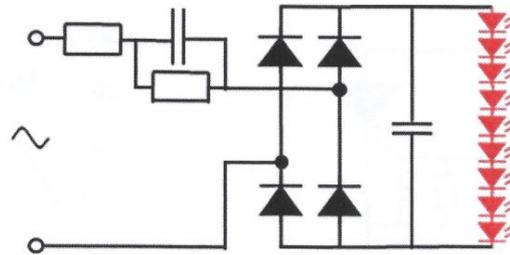
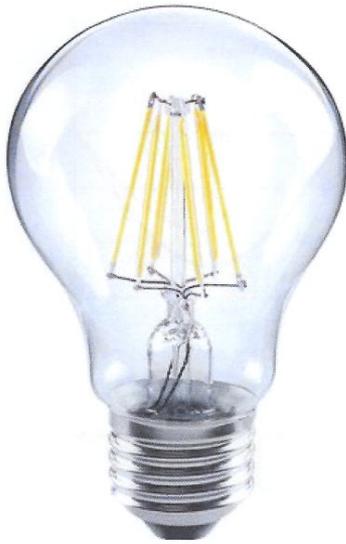
- **Signaux de récepteurs :**  
Lampes et tubes fluorescents



# Exemples pratiques

## - Signaux de récepteurs :

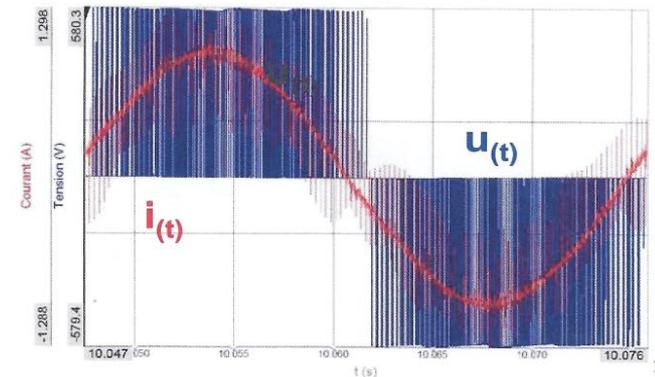
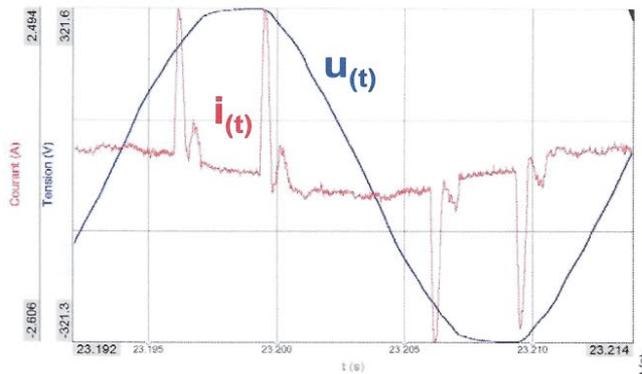
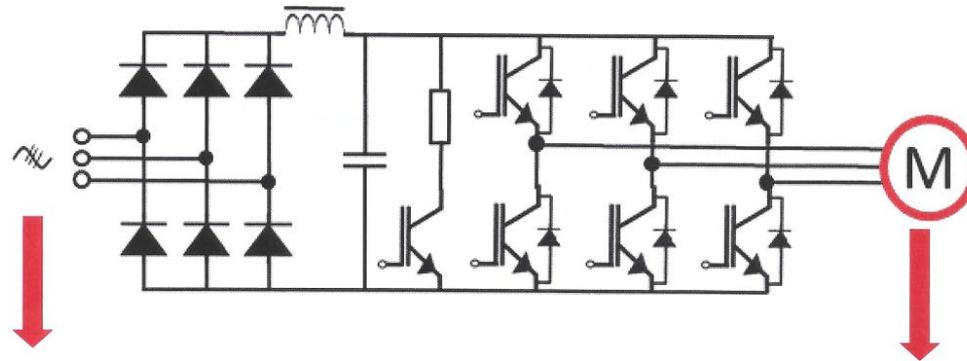
Redresseur d'alimentation à découpage, LED, ordinateur, électroménager



# Exemples pratiques

## - Signaux de récepteurs :

Technology Drive – variateurs de fréquence et moteurs électriques

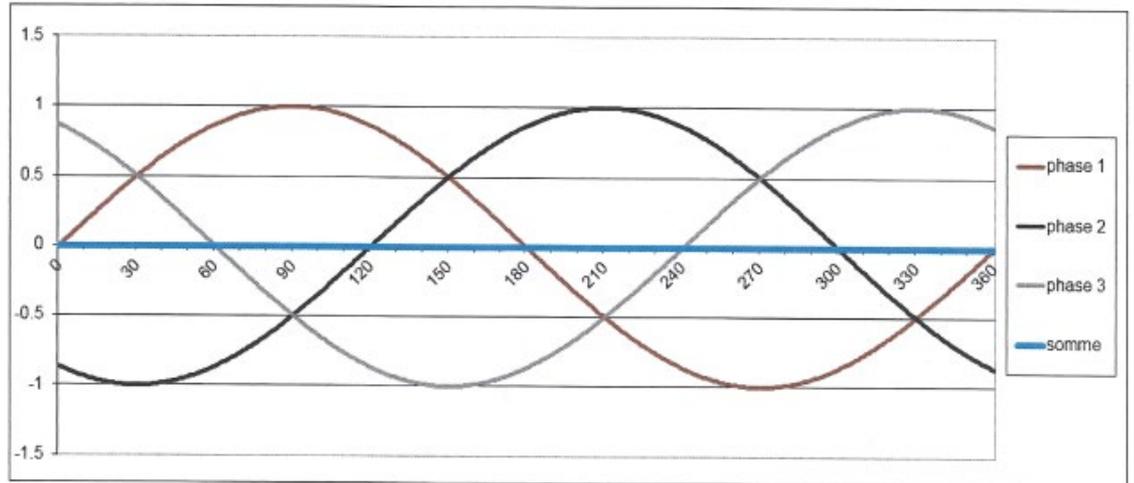
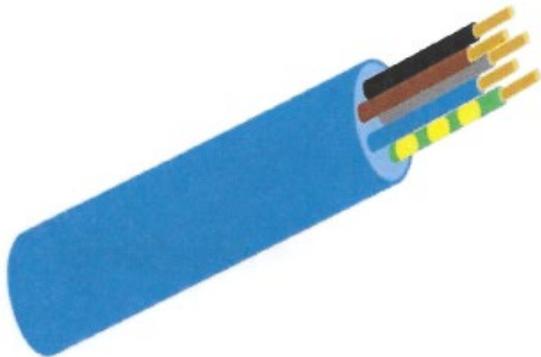


# Exemples pratiques

## - Harmoniques:

Si les charges sont linéaires et équilibrées, les courants constituent un système triphasé équilibré.

La somme de courants de phase est donc nulle, ainsi que le courant dans le conducteur de neutre.



# Exemples pratiques

## - Harmoniques:

Dans le cas de charges non linéaires, les courants de phases ne sont pas sinusoïdaux et contiennent donc des harmoniques.

en particulier celles de rang multiple de 3 qui s'additionnent dans le neutre.

