

Outils de mesure des consommations énergétiques et de la qualité de l'énergie électrique.

MARLYNE EPAULARD, SANDRINE ALA

Respectivement directrice de la communication du groupe Chauvin Arnoux et responsable communication chez Chauvin Arnoux Energy (ex ENERDIS)

marlyne.epaulard@chauvin-arnoux.com, sandrine.ala@chauvin-arnoux.com

Chauvin Arnoux, 190, rue Championnet, 75018 PARIS - France

Résumé : cet article rappelle le contexte de la maîtrise des consommations d'énergie, notamment électrique, et présente le « Protocole International de Mesure et Vérification du Rendement » et les solutions de mesurage de Chauvin Arnoux destinées au contrôle de la performance énergétique. Un exemple d'architecture de mesure sera également présenté dans le cadre d'un projet de certification « HQE exploitation » d'un bâtiment tertiaire.

1. L'énergie : une préoccupation majeure dans un contexte de plus en plus contraignant.

Économiser ou optimiser les énergies consommées s'inscrit dans une démarche de développement durable à laquelle de nombreux pays industriels, en particulier en Europe, ont adhéré dans le cadre du protocole de Kyoto puis de l'accord pour le climat de Paris. Ces accords sont à l'origine d'un renforcement constant et progressif de la réglementation dont l'objectif est la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La croissance continue du prix de l'électricité depuis plusieurs années illustre une tendance lourde et de grande ampleur : l'augmentation du prix de l'énergie en Europe pèse de plus en plus sur le budget des industriels européens. Plusieurs études montrent clairement les tendances récentes et prévisibles de l'évolution de la facture énergétique des sociétés. Il est donc opportun de s'interroger sur les correctifs qui pourraient être apportés à cette situation.

Une étude récente sur la facture énergétique des sociétés européennes montre que si les consommateurs ont bénéficié pendant les années 1990 d'une relative stabilité des prix de l'énergie, il n'en est plus de même depuis les années 2000. Principale source d'énergie fossile consommée, la demande mondiale de pétrole a augmenté de manière régulière ces vingt dernières années. Les instabilités politiques de plusieurs pays producteurs ont fait augmenter le prix de base de ces énergies fossiles. Une hausse de prix qui se traduit par un alourdissement de la facture grevant à la fois l'industrie et donc l'activité des entreprises, ainsi que le budget des foyers. De nos jours, le prix énergétique croissant affecte directement le prix des produits fabriqués, car cette augmentation des coûts n'est que très rarement et au mieux partiellement prise en charge par l'industriel.

Avec une hausse des coûts qui affecte désormais les profits, les industriels sortent l'efficacité énergétique du placard où ils l'avaient placée et nombreux sont ceux qui tentent de réduire le coût des services

utilitaires en mettant à jour leurs procédés ou en changeant leurs procédures d'exploitation. Les experts précisent cependant que même si leurs intentions sont bonnes, si l'exploitation adéquate des équipements et installations n'est pas réalisée, les bienfaits pourraient n'être que temporaires.

Alors qu'un des premiers réflexes a été de voir si l'on ne pouvait pas acheter notre énergie moins chère, ou même la produire soit même, malgré le coût suspecté, la réfection de l'installation et l'adaptation de certaines consommations suivant des principes simples et aujourd'hui connus et maîtrisés sont les meilleures solutions à cette problématique.

1.1. Efficacité énergétique

Quel que soit le domaine d'activité, industriel, tertiaire, infrastructure ou collectivité, l'efficacité énergétique devient un enjeu majeur. La compétitivité face à la concurrence, le renchérissement du coût des énergies, la nécessité d'accroissement des marges, les contraintes économiques et environnementales sont telles que réduire et/ou optimiser nos dépenses en énergie fait à présent partie de nos préoccupations. Dans l'industrie par exemple, il est communément admis que les gisements d'économies sont potentiellement importants et peuvent représenter jusqu'à 30 % de la consommation d'énergie (source ADEME).

La mesure est la fonction indispensable pour tout projet d'efficacité énergétique. Nous sommes à la recherche de la maîtrise, de l'optimisation ou de la réduction des coûts énergétiques. Mieux et moins consommer passe inévitablement par le diagnostic des installations. Il s'appuie sur une prise de mesure exhaustive de tous les paramètres nécessaires à la détection des gisements d'économies et la proposition des premiers axes d'amélioration.

Tout comme le définit la norme internationale ISO 50001, il faut « surveiller et mesurer les processus et les caractéristiques essentielles des opérations qui déterminent la performance énergétique au regard de la

politique et des objectifs énergétiques, et rendre compte des résultats ». Mettre en oeuvre des mesures pour réduire la « facture énergétique » dans un contexte de crise économique rampante et avec une perspective d'augmentation croissante du coût de l'énergie n'est pas aisé. Mais des acteurs déjà en place vont bientôt renforcer leur aide aux industriels. En effet, depuis la rentrée 2012, l'Europe a adopté dans sa politique officielle sur les économies d'énergie, le principe de réduction de sa consommation d'énergie de manière vraiment notable et elle renforce régulièrement cet objectif depuis. Elle a, par exemple, imposé depuis une dizaine d'année aux compagnies d'énergie d'investir chaque année 1,5 % de leurs ventes annuelles d'énergie dans des services permettant de réduire la consommation de leurs clients.

1.2. Protocole International de Mesure et Vérification du Rendement ou " PIMVR "

Le « PIMVR » s'inscrit dans une démarche de maîtrise, d'optimisation ou de réduction des coûts énergétiques par la mesure de la performance technico-économique. Le « PIMVR » n'est pas une norme mais « un document d'appui décrivant les pratiques communes en mesure, en calcul et en suivi des économies réalisées dans des projets d'efficacité énergétique ». Il définit la méthodologie de détermination d'une procédure standardisée d'audit, de mesure et de contrôle de la performance énergétique. Il a été reconnu dans le cadre du Grenelle de l'environnement et reste encore aujourd'hui le modèle le plus utilisé dans un contexte international.

Une procédure écrite « Plan de Mesure et de Vérification » permettra la répétabilité des campagnes de mesures afin de ne pas fausser les résultats de l'analyse. C'est un outil indispensable pour tout projet d'efficacité énergétique. Il s'agit de rédiger une procédure complète qui établira la liste des points à vérifier afin de s'assurer de l'efficacité des solutions mises en place.

Dans le cadre d'un projet de performance énergétique, il faut être exhaustif. Tous les paramètres pouvant influencer notablement les économies d'énergie doivent être mesurés. Il est donc essentiel que la mesure d'un site soit prise dans sa globalité. Ceci afin de gérer avec précision les budgets énergies et crédibiliser les actions préconisées dans le « Plan de Mesure et de Vérification ». La définition du contenu des rapports ainsi que la précision de la méthodologie de la mesure de la performance sont essentiels pour crédibiliser le « Plan de Mesure et de Vérification » et le faire accepter par l'ensemble des intervenants. Le niveau de précision des mesures, les équipements servant au suivi (ou « monitoring ») et les procédures de contrôle sont autant d'informations permettant de valoriser les gains dans une démarche de calcul de retour sur investissement. Ce plan favorise ainsi le financement du projet auprès d'investisseurs éventuels. Les données des campagnes de mesures de références (première ou précédente) seront à conserver.

Les informations ayant conduit à l'élaboration du « Plan de Mesure et de Vérification » doivent pouvoir être clairement identifiées, repérées et datées dans une documentation. Elles permettront de pouvoir justifier les actions engagées face aux objectifs initiaux du projet. Tous ces éléments (paramètres à mesurer, unités de référence, format des données, type et contenu des analyses, etc.) doivent être consignés afin de confirmer la pertinence du projet. Au travers de la méthodologie « PIMVR », 4 étapes seront ainsi à suivre.

Etape 1 : définition des besoins

Il faudra commencer par une analyse historique et comparative des consommations. L'étude des différentes factures des fournisseurs d'électricité sera le premier pas de cette démarche. Mais cette facturation correspondra à la consommation totale du site industriel. Il faut en parallèle détailler la consommation et répartir cette distribution sur les différentes charges électriques de l'installation (usine, atelier, ligne de production, bâtiment, agence...). On doit effectuer un enregistrement sur une période vraiment représentative de la consommation.

- suivi en temps réel des consommation
- gestion prédictive, dépassement de seuil de puissance souscrite
- génération et édition de bilans, rapports, graphiques et synthèses

Etape 2

Sur la base des mesures réalisées, il faudra développer un plan d'investissement incluant des solutions adaptées à mettre en oeuvre et en évaluer le retour. Pour cela, il faudra fixer les objectifs d'économie et là encore les mesurer. Les propositions d'améliorations de l'installation, seront alors mises en chantier. Les pistes les plus courantes sont la modification du type d'éclairage, la modification des commandes de moteurs électriques, le remplacement de ces derniers par des modèles ayant de meilleurs rendements, mais aussi l'extinction de systèmes quand ils sont inutilisés. Ce ne sont là que quelques exemples dans le domaine électrique, mais dans le cadre de l'efficacité énergétique, toutes les consommations (chaud/froid, air comprimé, gaz...) sont sous surveillance et appelées à être corrigées.

Il est fondamental de garder en tête que les économies ne se feront pas uniquement en luttant contre le seul gaspillage sous toutes ses formes, mais bien en s'assurant que les solutions les moins énergivores seront mises en place.

Etape 3

Une campagne de mesure est alors lancée afin de s'assurer que les attentes d'économie sont bien atteintes. Cette mesure de la performance technico-économique des actions engagées se fera en relation directe avec les objectifs initiaux.

Étape 4

À partir de là, mise en place d'une procédure de contrôle périodique (tous les 6 ou 12 mois). Il faudra être exhaustif lors des contrôles et bien mesurer toutes les composantes de la distribution électrique :

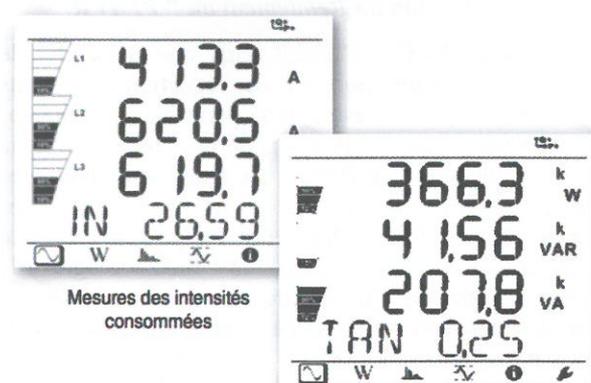
- réseau d'éclairage
- distribution générale monophasée
- distribution triphasée
- distribution en alimentation ondulée
- groupe de secours
- production interne d'électricité

1.3. Enregistreurs d'énergie Chauvin Arnoux

Mesurer constitue donc l'action de base pour optimiser l'efficacité énergétique des installations et équipements, superviser les réseaux électriques et affecter les coûts de manière équitable. La mesure est une composante essentielle du diagnostic, du contrôle et du plan de progrès. Elle est le garant d'une efficacité énergétique pérenne et efficace.

Fort d'une expérience de plus de vingt ans en analyse et gestion d'énergie, Chauvin Arnoux renforce sa position en matière d'efficacité énergétique avec l'introduction récente sur le marché des enregistreurs de puissance et d'énergie PEL 100. Ils concrétisent la volonté d'accompagner le besoin de comptage électrique qui se généralise et d'apporter à une clientèle professionnelle une solution de comptage portable et facile à implanter. Simples d'utilisation, ils permettent de mesurer, d'enregistrer et d'analyser toutes les données énergétiques importantes. Ils sont compatibles avec la plupart des types de réseaux mis en oeuvre aujourd'hui. Les enregistreurs PEL100 mesurent sur trois entrées de tension et trois entrées de courant et enregistrent les puissances (en W, var et VA) et les données énergétiques (kWh, kVAh et kvarh). En même temps, ils calculent et enregistrent le facteur de puissance, le $\cos \phi$, le facteur de crête et la fréquence. Ils fournissent des informations sur les niveaux d'harmoniques (THD) présents en même temps sur le réseau. Le tout selon le choix de l'utilisateur.

La totalité des données est stockée sur carte mémoire SD amovible. Mais l'utilisateur a aussi la possibilité de récupérer les données via une connexion USB, Bluetooth ou Ethernet. Le choix d'une communication en réseau ouvre la possibilité de pouvoir adresser plusieurs enregistreurs en même temps situés dans des lieux distants les uns des autres. À charge pour le logiciel associé, « PEL Transfer », de récupérer et de visualiser les courbes d'enregistrement utiles.



Mesure de toutes les puissances, énergies et indications de phase associées

Fig 1 : les enregistreurs d'énergie PEL100 sont destinés à la surveillance des bâtiments et des charges électriques afin d'améliorer la consommation électrique

Exemple de mise en oeuvre de ces enregistreurs :

Un propriétaire de franchise d'un restaurant a pu constater une réduction de la consommation énergétique de son établissement dès la première année après avoir fait réaliser les adaptations nécessaires.

Les secteurs principaux d'amélioration comprenaient des mises à niveau de l'éclairage, de la réfrigération, du chauffage, de la ventilation et de la climatisation. L'entreprise est toujours dans le processus de mise à jour, mais déjà sa consommation électrique a diminué de 18% par rapport aux 2 années précédentes. Et lorsque le plan énergétique complet sera établi, le propriétaire du restaurant espère réduire sa consommation énergétique annuelle de 23 % au final, soit une économie de plus de 25 000 euros d'énergie sur une année.

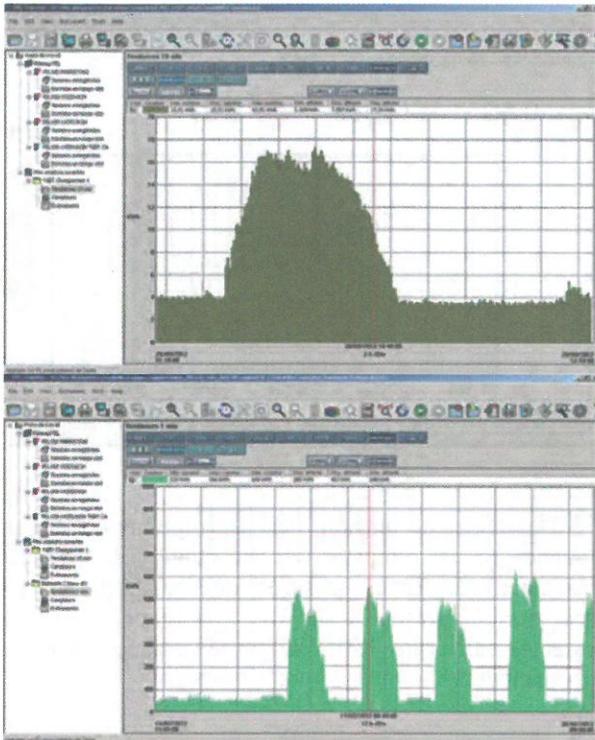


Fig 2 : exemple d'enregistrement de la consommation en kWh sur une journée et d'enregistrement de la consommation en kWh sur une semaine

1.4. Analyseurs de réseau et d'énergie Chauvin Arnoux

La gamme d'analyseurs Qualistar+ s'enrichit avec l'introduction récente sur le marché du nouveau modèle C.A. 8336. Cette version intègre les calculs de puissances continues, déformantes et non-actives. Ces deux dernières fonctions sont des notions connues en théorie mais assez nouvelles sur des appareils de mesure.

L'analyseur permet la vérification du réseau électrique et une analyse efficace des résultats. Adaptés aux besoins des services de contrôle et de maintenance, les Qualistar sont conçus pour des vérifications rapides et pour une exploitation aisée des résultats. L'appareil dispose d'un large écran couleur qui permet une visualisation claire des multiples signaux électriques en toutes circonstances.

La simplicité d'utilisation de ces appareils rassure tous leurs utilisateurs. En plus de ses fonctions de mesureur de puissance et de compteur électrique, cet instrument est également capable d'effectuer des enregistrements de nombreux autres paramètres tels que le déséquilibre, le flicker, les informations liées aux harmoniques ou au déphasage.

Doté de ce mode spécifique, il pourra signaler tout franchissement de seuils d'alarmes et capturer des transitoires de quelques dizaines de micro-secondes. Il peut également fournir tous les enregistrements utiles et nécessaires à la maintenance liée à la problématique des démarrages de charges pendant plusieurs minutes grâce à son mode « inrush ».

1.4.1. Exemple de mise en œuvre (diagnostic réseau)

Une PME spécialisée dans le commerce de matériels informatiques subit régulièrement des coupures d'alimentation du fait du déclenchement du disjoncteur BT. La DEL signalant une surcharge étant allumée, le client cherche dans un premier temps ce qui peut causer cette surcharge. Lors de ces mesures, les intensités dans le neutre seront surveillées.

En effet, le courant circulant dans le conducteur neutre correspond au déséquilibre entre les charges monophasées raccordées entre les phases et non à la présence de charges fabriquant des harmoniques de rang 3 et multiples.

Une campagne de mesure est mise en place afin de vérifier si des perturbations présentes sur le réseau justifieraient le déclenchement du disjoncteur général.

Selon le schéma de liaison à la terre (IT) de l'installation électrique de la PME, les réglages du disjoncteur en fonction de la puissance de la source sont correctes. Les raccordements sont réalisés selon les contraintes normatives. À titre réglementaire, le conducteur neutre doit être protégé en demi-neutre compte tenu de sa section.

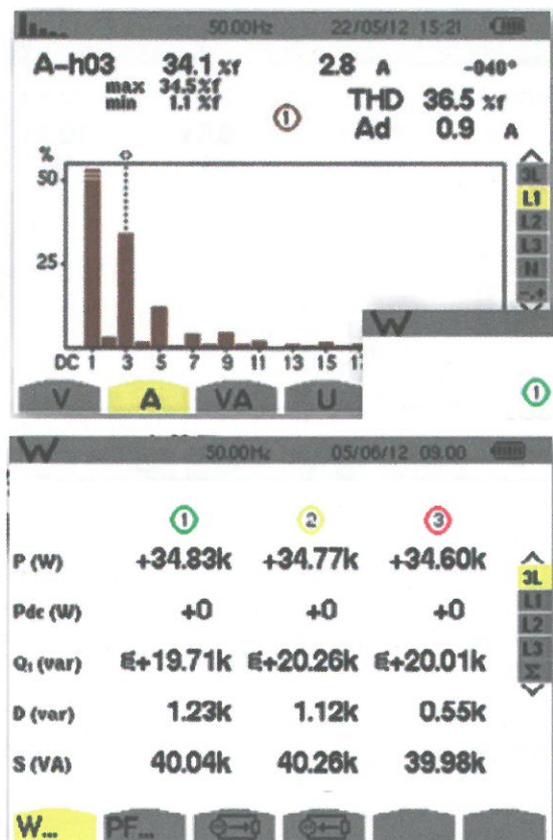


Fig 3 : le courant déformant (Ad) est directement lisible. Il est utile pour le dimensionnement des filtres anti-harmoniques. La mesure de puissance Q_1 correspond à la puissance réactive, c'est à dire la perte de puissance liée au déphasage. La mesure D correspond à la puissance déformante, c'est à dire la puissance réactive liée aux harmoniques.

Les caractéristiques de l'intensité dans le conducteur de neutre, obtenues lors de la campagne de mesure, montrent une valeur maximale de 67 A. Cela ne justifie pas la disjonction, le réglage en surcharge du disjoncteur étant à 600 A.

De nouvelles mesures sont réalisées après remplacement du disjoncteur et des calibreurs réglables. Le test de déclenchement s'effectue correctement. Les intensités sont à nouveau mesurées.

La valeur max des courants circulant sur chaque phase est d'environ 50 % de la valeur du seuil de déclenchement. Le courant de neutre est d'environ 8 fois inférieur au seuil.

La campagne de mesure va permettre d'identifier la qualité du réseau, surtout les intensités dans le neutre, afin de déterminer si les perturbations sont la cause de la disjonction. La première série de mesures est réalisée en aval du disjoncteur avec un Qualistar+ C.A 8336, selon les normes EN 50160 et EN 61000-2-4 (1).

Les valeurs de la distorsion harmonique totale (THD) sont correctes. En revanche, les mesures d'harmoniques montrent des valeurs élevées pour les harmoniques de rang 5 et 7, mais elles restent en deçà des valeurs maximum tolérées par la norme européenne.

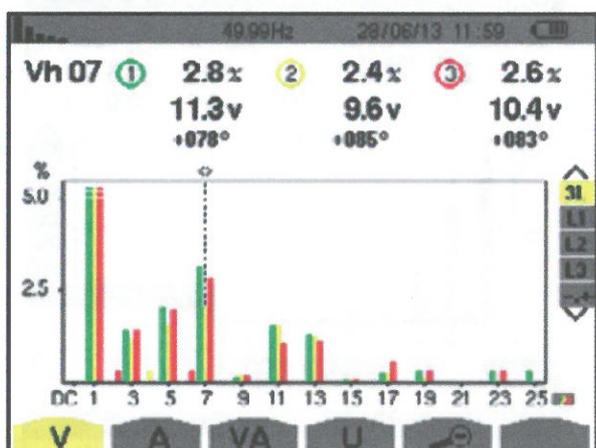


Fig 4 : mesure des niveaux harmoniques

Les autres mesures réalisées, à une fréquence constante de 50 Hz, n'ont pas mis en évidence de dysfonctionnement particulier, ni de défaut de qualité de la tension délivrée :

- flicker : ok
- déséquilibre : ok
- variations lentes : ok
- surtensions : aucun
- ...

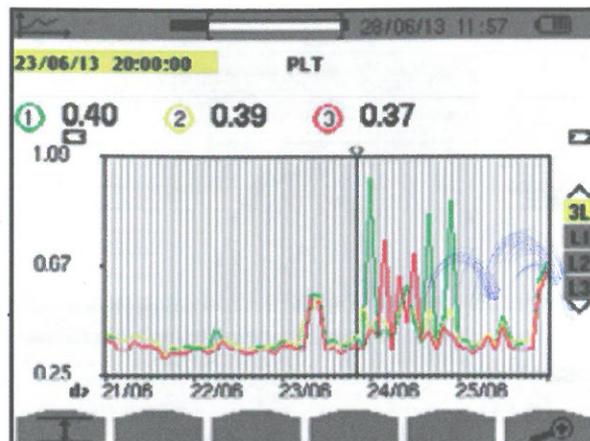


Fig 5 : autres mesures réalisées

Des creux de tension, des interruptions courtes et longues (> 10 minutes) ont été capturées. On peut constater, d'après les mesures, que ces perturbations sont surtout présentes sur L1. Encore une fois, ces caractéristiques ne justifient pas le déclenchement du disjoncteur.

	L1	L2	L1	L123-N
Surtensions	0	0	0	0
Creux de tension	16	4	9	9
Interruptions courtes	12	4	4	16
Interruptions longues	4	1	1	1

Fig 6 : capture des creux de tension, des surtensions et des interruptions courtes et longues.

L'analyse de ces différentes mesures permet d'émettre l'hypothèse suivante : lorsque l'une des phases dépasse la moitié de la valeur du seuil de déclenchement, le disjoncteur passe en surcharge.

Des calibreurs réglables permettent de sélectionner la durée avant la disjonction pour surcharge. Des tests sont effectués avec différents réglages. Sont alors mis en cause, ces calibreurs, qui semblent prendre en compte le courant mesuré sur une phase comme étant le courant de neutre.

Conclusion : il s'avère que le calibreur de la voie de neutre était inversé avec celui d'une des phases comme suggéré lors de l'analyse.

Seule l'expertise réalisée en leurs locaux par les services techniques du fabricant du disjoncteur ont permis de confirmer l'hypothèse.

1.4.2. Exemple de mise en œuvre (groupe électrogène et onduleur)

Les groupes électrogènes ont pour fonction de produire de l'électricité lors d'une coupure secteur. Dans l'industrie notamment, ils permettent d'assurer la continuité de la production. Pour les applications sensibles (informatique, process, hôpitaux...), le groupe électrogène est souvent associé à un onduleur.

L'onduleur permet de procurer une énergie de qualité, sans perturbations, mais limitée dans le temps de part son autonomie.

La présence d'un groupe électrogène en amont permet d'assurer la fourniture d'énergie en cas de coupure prolongée du réseau, prenant ainsi le relais de l'onduleur.

Pour l'installation et la maintenance, il est nécessaire de prendre en compte certaines caractéristiques d'un tel ensemble : le temps de démarrage, l'appel de courant et la stabilité en fréquence.

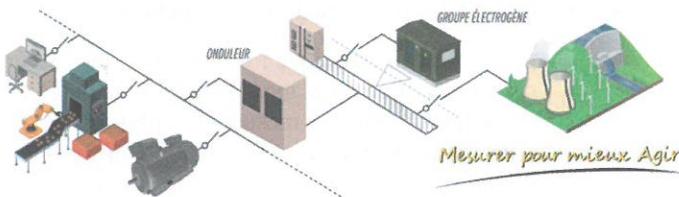


Fig 7 : schéma simplifié du fonctionnement d'un groupe électrogène associé à un onduleur

La distribution de l'énergie électrique peut être influencée par différentes perturbations (orages, pannes matériels...), lesquelles sont susceptibles de créer des coupures d'alimentation.

Dans 98 % des cas, la coupure est de courte durée (inférieure à 15 secondes). Le temps de démarrage d'un groupe électrogène étant en moyenne de quelques secondes, l'onduleur assure seul la continuité de l'alimentation.

Il est à noter que la durée des coupures est fonction aussi du type de réseau. Dans le cas d'une distribution aérienne, les coupures de courtes durées sont fréquentes. Tandis que dans le cas d'un réseau enterré, les coupures sont plus rares mais durent plus longtemps.

Ces pannes n'entraînent pas systématiquement une coupure ; bien souvent il s'agit d'un creux de tension. Causées en général par la qualité de l'énergie fournie, les variations de tension ont des conséquences sur les équipements et charges connectés à ce réseau, dysfonctionnements, voire destructions de composants lors des surtensions.

Il est nécessaire de connaître les tolérances des charges connectées afin de définir correctement le niveau de déclenchement des sources de tension de secours, du groupe électrogène.

Le groupe électrogène comporte un moteur thermique, diesel ou gaz, qui entraîne l'alternateur. La régulation de la vitesse de ce moteur, qui détermine celle de la fréquence de la tension de l'alternateur, n'est pas instantanée (jusqu'à plusieurs secondes).

Des fluctuations de fréquence apparaissent lors d'impacts de charge entraînant la variation de la vitesse de rotation du moteur et celle de l'alternateur.

Ce phénomène se produit notamment dans les cas suivants :

- lors du démarrage du moteur du groupe, jusqu'à sa vitesse nominale,
- modification de la charge avec le démarrage d'application momentané (ascenseurs, climatisation),
- délestages de charges.

cas de coupure, le groupe électrogène n'est pas immédiatement fonctionnel. La phase de démarrage peut durer jusqu'à une quinzaine de secondes avant que le groupe ne fournisse sa puissance nominale. En règle générale, le groupe électrogène au démarrage ne pourra supporter qu'un tiers de sa capacité en puissance.

Par exemple, dans le cas de plusieurs moteurs connectés, afin de réduire leur impact au démarrage du groupe électrogène, il est nécessaire de les redémarrer successivement.

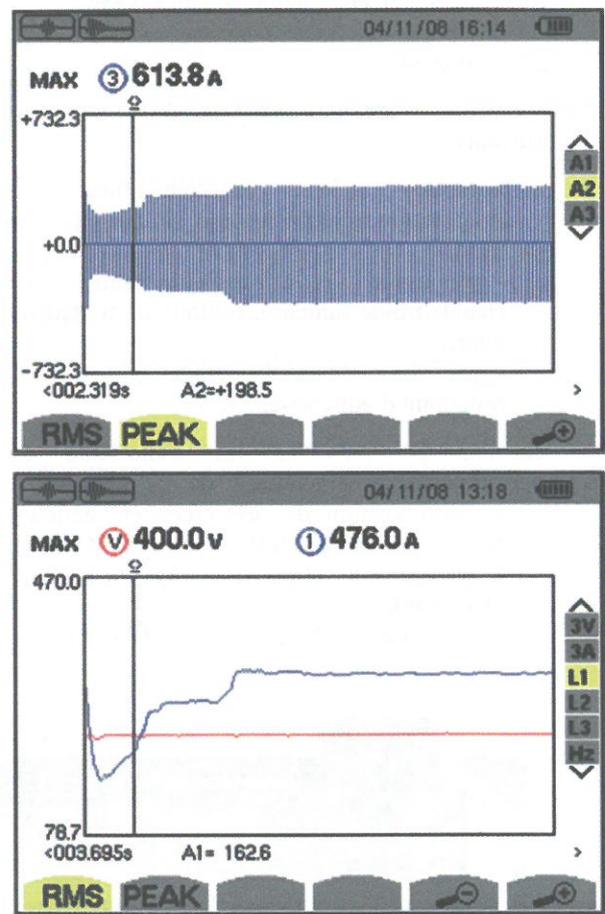


Fig 8 : exemples de courbes représentant l'appel de courant au démarrage

2. Maîtriser les consommations dans un bâtiment HQE®

La certification « HQE® Exploitation » permet de garantir la bonne conduite d'un ouvrage au regard de ses consommations énergétiques, de son impact sur l'environnement, du confort et de la santé des personnes qui l'occupent.

La solution « E.online 3 » que propose Chauvin Arnoux Energy est particulièrement adaptée à trois des quatorze cibles de la démarche « HQE® Exploitation » dans le domaine de l'éco-gestion :

- cible 4 : gestion de l'énergie
- cible 5 : gestion de l'eau
- cible 7 : gestion de l'entretien et de la maintenance

Dans le cadre d'un projet de certification, Chauvin Arnoux Energy a accompagné un client dans la définition de l'architecture matérielle nécessaire.

2.1. Objectifs

Les objectifs à atteindre dans ce cas étaient les suivants :

- cartographier les consommations :
 - par nature : électricité, eau, fluides chaud et froid, gaz, ...
 - par usage : chauffage, climatisation, eau chaude/froide sanitaire, centrale de traitement d'air, ...
 - par zone : bureaux, étages, organismes, restaurant d'entreprise, ...
- calculer et surveiller les indicateurs de performance énergétique de l'ouvrage :
 - consommation de ressources énergétiques non renouvelables (kWh EP/m² SHON/an),
 - changement climatique (kg eq-CO₂/m² SHON/an),
 - consommation d'eau (m³/m² SHON/an).

- éditer des rapports sur les profils des consommations énergétiques par heure, jour, mois, année et périodes spécifiques,
- mesurer l'efficacité des actions correctives et leur retour sur investissement,
- automatiser les tâches de collecte et d'analyse des données de comptage.

2.2. Les solutions retenues

Pour chacun de ces objectifs, les familles de solutions retenues ont été les suivantes :

- mesure des consommations énergétiques :
 - sur le réseau électrique : installation de 35 compteurs d'énergie modulaires ULYS et 5 centrales de mesure ENERIUM,
 - sur les réseaux d'eau chaude et d'eau froide sanitaire : installation de 40 compteurs d'eau,
 - sur la climatisation/chauffage : installation de 30 compteurs d'eau glacée et d'eau chaude
- installation de 10 concentrateurs CCT et ENERIUM 210 pour l'exploitation en continu des sorties impulsions des compteurs et des signaux analogiques 4 – 20 mA des sondes de température
- mesure des températures à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment avec l'installation de sondes de température à sortie 4 - 20 mA.
- réseau de communication avec raccordement de tous les concentrateurs de données sur le réseau Ethernet interne du bâtiment.
- logiciel de gestion des énergies « E.online 3 » :
 - télé-relève en continu des données des concentrateurs et de l'automate sur le réseau Ethernet,
 - analyse et surveillance de toutes les données énergétiques,
 - édition de rapports énergétiques.

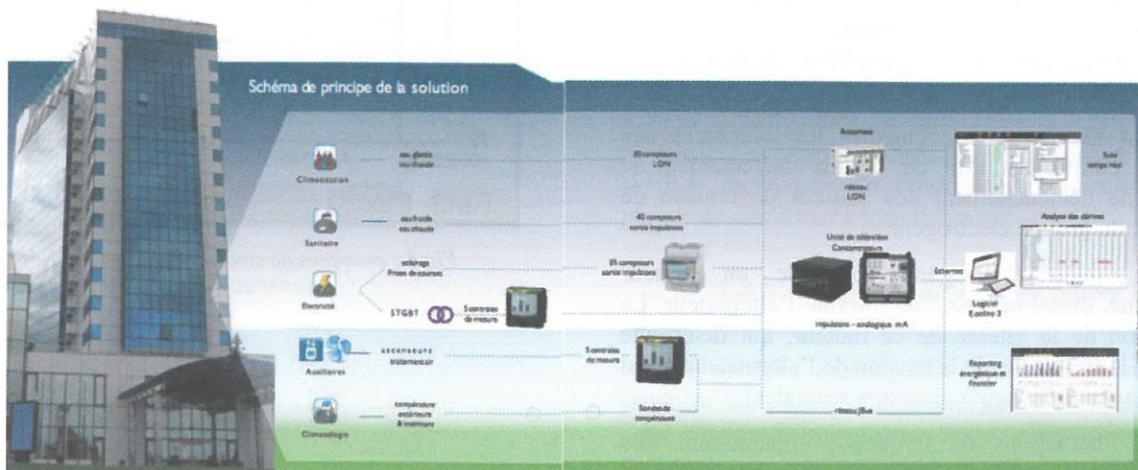


Fig 9 : schéma de principe de la solution proposée par Chauvin Arnoux Energy

- suivi du projet :
 - en amont pour la définition des besoins techniques avec le bureau d'études et l'exploitant du bâtiment,
 - pendant pour valider le fonctionnement correct de l'installation,
 - en fin de projet, pour la formation des utilisateurs et la mise en place d'un contrat de maintenance.

2.3. Détail des produits mis en oeuvre

« E.online 3 », logiciel de supervision, gestion, analyse et surveillance des données énergétiques :

- télé-relève automatique et périodique des données issues des concentrateurs, compteurs, centrales, automates, capteurs,...
- rapports énergétiques :
 - analyses techniques et financières
 - surveillance des indicateurs de performance énergétique (kg eq-CO₂/m² SHON/an, m³/m² SHON/an,...)
- alerte visuelle et mail en cas de dépassement des références sur les consommations prévues et les indicateurs de performance programmés
- diffusion automatique ciblée par mail, périodique ou sur événement, des alarmes, analyses et rapports énergétiques
- tableaux de bord dynamiques et personnalisés :
 - affichage en continu du tableau de bord
 - personnalisable pour chaque utilisateur
 - suivi temps réel de l'évolution des consommations
 - visualisation simultanée des données en temps réel et historiques
 - journal des alarmes en cours
 - mise à jour en temps réel des rapports énergétiques

ENERIUM 50/150 : centrales de mesure électrique triphasées (énergies et grandeurs caractéristiques du réseau électrique) :

- mesure de plus de 400 grandeurs électriques
- mémorisation des profils de consommation sur 35 jours (période d'intégration 10 minutes)
- fonction courbes d'enregistrement (cycliques, sur dépassement de seuils, horodatées)
- jusqu'à 4 entrées/sorties (TOR, impulsions, analogique, alarme, comptage)

ULYS : compteurs divisionnaires pour réseaux électriques. Mesure des énergies active et réactive sur réseaux monophasés et triphasés :

- raccordement direct monophasé 65/80 A, triphasé 80 A ou sur TC 1 A ou 5 A.
- compact : 2 à 4 modules rail DIN
- sortie impulsions programmable

ELOG DATA LOGGER (unité de télé-relève toutes données énergétiques) et ENERIUM 210 (concentrateur). Centralisation des sorties impulsions des compteurs divisionnaires et des signaux 4-20 mA des capteurs de température

- 5 entrées impulsions
- 8 entrées analogiques (ENERIUM 210 exclusivement)
- calcul en continu des index, courbes de charge des consommations ou mesures physiques, sur chaque entrée.

3. Ressources et liens

• (1) Les normes

◁ **EN 61000-2-4** : compatibilité électromagnétique – partie 2, niveaux de compatibilité dans les installations indus- trielles pour les perturbations conduites à basse fréquence.

◁ **EN 50160** : caractéristiques de la tension fournie par le réseau de distribution.