Guide sur les applications et les normes de mesure d'énergie

Livre blanc n° 998-19721656_GMA-US fr

par Franck GRUFFAZ

Résumé exécutif

Les ingénieurs des services publics, les responsables d'installations et les professionnels de la gestion de l'énergie exigent de plus en plus de données concernant l'alimentation et l'énergie. Ces données, provenant de différents points, leur permettent de saisir et de garantir la fiabilité, l'efficacité et la rentabilité de leurs systèmes de distribution électrique et d'avoir une vue d'ensemble sur l'énergie produite ou consommée. Pour cela, ils doivent pouvoir compter sur un plan complet de mesurage d'énergie basé sur des dispositifs appropriés de mesure et de surveillance des performances (PMD). Le présent guide décrit les applications de mesure les plus courantes, les normes associées ainsi que le type et les capacités des appareils de mesure chargés de fournir les données requises.

Introduction

Pendant des décennies, le compteur électrique traditionnel était le seul appareil de mesure dans les installations électriques. Aujourd'hui, que ce soit à travers le réseau électrique ou dans chaque campus, bâtiment ou usine, on trouve des PMD multifonctions dédiés à une ou plusieurs applications.

Les ingénieurs des services publics, les responsables d'installations et les professionnels de la gestion de l'énergie exigent de nos jours bien plus que les simples données de kilowatt-heure. Ils ont besoin de données approfondies concernant l'alimentation et l'énergie, à partir de nombreux points et avec une précision garantie et fiable. Ces données sont essentielles pour leur permettre de saisir et de garantir la fiabilité, l'efficacité et la rentabilité de leurs systèmes de distribution électrique et d'avoir une vue d'ensemble sur l'énergie produite ou consommée.

Pour cela, ils doivent pouvoir compter sur un plan complet de mesurage d'énergie supporté par un réseau de PMD installés aux points clés du réseau ou de l'installation. Il est impératif de bien comprendre les différents types d'applications de mesure avant de choisir le type et les fonctions des appareils de mesure adaptés à chaque point de données.

Le présent guide donne un aperçu des différentes catégories d'applications de mesure, avec des descriptions détaillées et des illustrations, et mentionne toutes les normes internationales associées.

Figure 1

Les producteurs d'électricité et les consommateurs d'énergie exigent tous un plus large éventail de données énergétiques afin de pouvoir améliorer l'efficacité, réduire les coûts et optimiser la performance opérationnelle.



Besoins de mesure du côté de l'offre et du côté de la demande

La production, le transport et la distribution d'électricité sont généralement rassemblés sous le terme de l'offre énergétique. De ce côté, il existe deux catégories principales d'applications contractuelles :

BIL: facturation

GPQ : qualité de l'énergie électrique

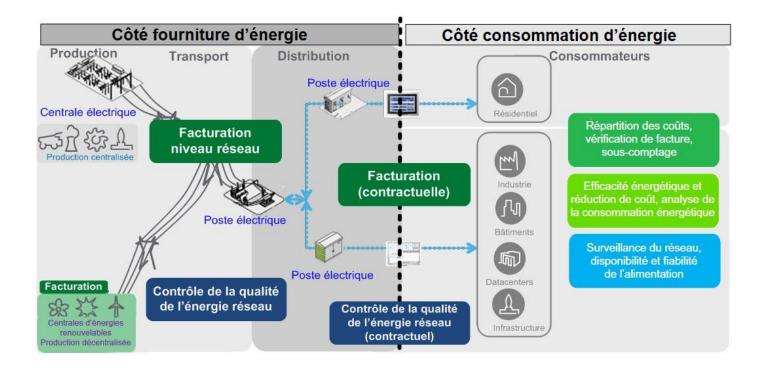
Les installations industrielles, commerciales et institutionnelles représentent le côté de la demande énergétique. Pour ces utilisateurs, les concepteurs de systèmes électriques doivent spécifier des solutions regroupées en trois catégories d'application:

- APP1 : répartition des coûts, vérification de facture et sous-comptage
- APP2 : efficacité énergétique et réduction de coût, analyse de la consommation énergétique
- APP3 : disponibilité et fiabilité de l'alimentation, surveillance du réseau

Ces catégories d'application sont illustrées à la figure 2.

Figure 2 Catégories d'applications de mesure du côté de l'offre et

du côté de la demande.



Le tableau 1 fournit une définition des applications de mesure les plus courantes pour chaque catégorie.

Tableau 1

Définition des applications de mesure du côté de l'offre et de la demande

Catégorie	Application	Définition
BIL	Comptage	Processus permettant aux fournisseurs d'énergie ou à leurs représentants de facturer leurs clients pour leur consommation mesurée ou pour des services, sur la base d'un contrat établi. Nota: ces applications peuvent être couvertes par des normes internationales ou par des réglementations telles que MID en Europe ou NMI en Australie parfois en complément des spécifications des services publics.
GPQ	Contrôle de la qualité de l'énergie réseau	Processus permettant aux fournisseurs d'énergie et/ou à leurs clients de vérifier que la qualité de l'énergie fournie est conforme au contrat établi ou à la réglementation. Nota: les limites pour les réseaux publics européens sont définies dans EN 50160.
APP1	Répartition des coûts	Processus permettant à un responsable d'installation de répartir les coûts énergétiques en fonction des centres de coûts internes qui consomment de l'énergie (par ex. usines, atelier)
APP1	Sous-comptage	Processus permettant à un propriétaire, à une société de gestion immobilière ou à un syndicat de copropriété d'allouer aux locataires une partie de la facture pour la consommation mesurée ou pour des services. Cette charge est généralement ajoutée aux autres charges du locataire. Nota: ces applications sont parfois couvertes par des réglementations dans certains pays, par exemple au Royaume-Uni, au Canada ou dans certains états des États-Unis
APP1	Vérification de facture	Processus permettant aux clients de vérifier si la facture émise par le fournisseur d'énergie ou son représentant est correcte.
APP2	Efficacité énergétique et réduction de coût, analyse de la consommation énergétique	Processus permettant au responsable d'installation d'allouer dans le temps la consommation et les coûts énergétiques à des zones (usine, atelier,) et à des postes (HVAC, éclairage, appareils, process,) afin de pouvoir optimiser la consommation et les coûts énergétiques.
APP3	Disponibilité et fiabilité de l'alimentation, surveillance du réseau, planification d'installation	Processus permettant au responsable d'installation de surveiller son installation électrique afin de garantir la disponibilité et la fiabilité de l'énergie et la durabilité des actifs.

Description applications

Les chapitres suivants décrivent de façon plus détaillée chaque application de mesure, y compris les normes applicables.

BIL: Comptage

Le terme de comptage au niveau du réseau concerne les transactions commerciales entre services publics, fournisseurs d'énergie ou pays. Le terme plus simple de comptage se rapporte à une transaction commerciale entre un fournisseur d'énergie et un consommateur d'énergie (client). Le comptage au niveau du réseau et le comptage simple sont tous deux liés à la métrologie légale.

La métrologie légale s'applique généralement à des instruments de mesure utilisés dans:

- les transactions commerciales (balances de magasin, pompes à essence, compteurs d'eau, ...), où il est nécessaire de protéger à la fois le vendeur et l'acheteur.
- les opérations concernant la santé ou la sécurité publique (analyseurs de gaz, tachygraphes, radars automatiques, éthylotests, ...).

Pour en savoir plus sur les applications de métrologie légale, consulter les ressources suivantes:

- Site internet de l'OIML
- Site internet du LNE

Les compteurs tarifaires sont couverts par des réglementations telles que la MID (directive sur les instruments de mesure) en Europe. Les normes et réglementations applicables à la facturation sont indiquées au tableau 2.

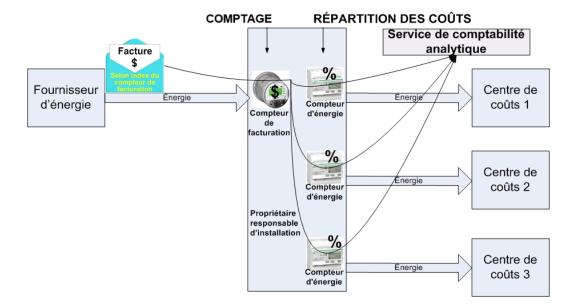
Tableau 2 Normes pour les

applications BIL Normes ou règles d'évaluation d'application	Normes de méthodes	Normes de produits
Chaque pays peut définir sa propre réglementation et/ou se référer aux documents internationaux, comme les		IEC 62052-xx IEC 1EC62053-xx
normes internationales de la CEI ou le guide de l'OIML		OIML R46 (Organisation Internationale de la Métrologie Légale)
Réglementation européenne (directive sur les instruments de mesure MID)	Guides WELMEC	CENELEC EN 50470-1 CENELEC EN 50470-3
Réglementation aux États-Unis		ANSI C12.1, ANSI C12.20
Réglementation en Australie		Australia Germania National Na
Réglementation en Inde		IS 16244, IS 15884, IS 13779, IS 14697
Réglementation en Chine		JJG 596
Réglementation au Canada		LBM-EG-07

APP1a: répartition des coûts

Dans cette application, un compteur tarifaire mesure le coût énergétique total. Les compteurs d'énergie mesurent ensuite le ratio (exprimé en pourcentage) de la consommation d'énergie pour chaque centre de coûts à des fins comptables, comme décrit à la figure 3.

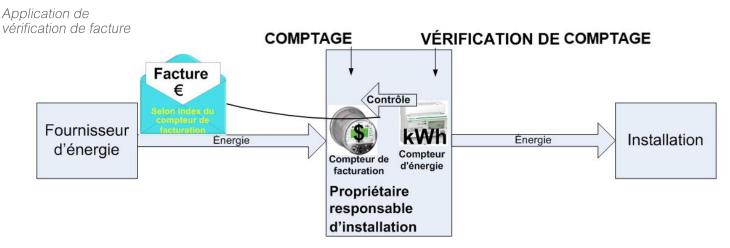
Figure 3 Application de répartition des coûts



APP1b : vérification de facture

Dans cette application, le client utilise un compteur d'énergie installé sur son site pour vérifier qu'il n'y a pas d'écart avec les mesures prises par le compteur tarifaire du fournisseur d'énergie, comme décrit à la figure 4. Ces vérifications concernent généralement des erreurs évidentes, comme une phase manquante, une erreur de configuration, un ratio incorrect au niveau du détecteur. Dans ce cas, la vérification est basée sur la consommation d'énergie. La vérification peut aussi porter sur d'autres paramètres inclus dans le contrat entre le fournisseur d'énergie et le client.

Figure 4

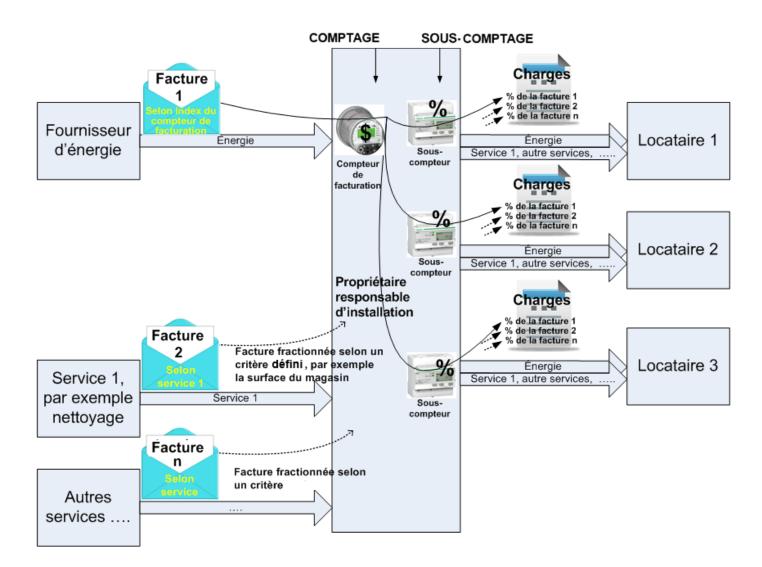


APP1c: sous-comptage

Le sous-comptage est utilisé si un responsable d'installation doit émettre des charges (pour diviser le coût énergétique entre locataires), tandis que la facturation est utilisée pour générer la facture émise par un fournisseur d'énergie (dans le cadre d'une transaction commerciale).

Dans cette application, un compteur tarifaire mesure le coût énergétique total. Les mesures prises par les sous-compteurs servent ensuite à calculer le ratio de consommation et de coût énergétique pour chaque locataire, comme décrit à la figure 5.

Figure 5
Application sous-comptage



Les normes et réglementations applicables à la catégorie APP1 d'applications de mesure susmentionnées sont indiquées au tableau 3.

Tableau 3

Normes pour toutes les applications APP1

Normes ou règles d'évaluation d'application	Normes de méthodes	Normes de produits
APP1a (répartition des coûts) APP1b (vérification de facture) APP1c_gen (sous-comptage, en général)		Dispositifs de mesure et de surveillance des performances (PMD) Les appareils certifiés "C-PMD" sont recommandés pour ces applications. Pour plus d'informations, consulter le Livre blanc 998-19721655_GMA-US, Comment utiliser la norme IEC 61557-12 pour simplifier l'élaboration d'un plan de mesurage énergétique
APP1c_reg (sous-comptage, couvert par une réglementation locale ou régionale)		Normes applicables aux compteurs de facturation selon les réglementations locales ou régionales. Voir application BIL.

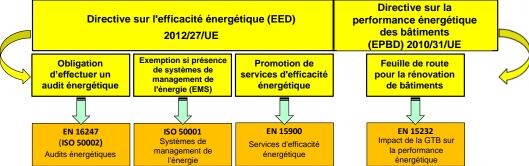
APP2 : efficacité énergétique et réduction de coût, analyse de la consommation énergétique

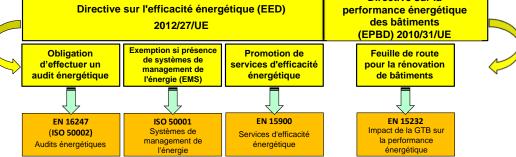
Cette application est soumise à plusieurs règles.

En Europe, la directive sur l'efficacité énergétique oblige les entreprises à effectuer régulièrement des audits énergétiques ou à mettre en place un plan de gestion énergétique comme décrit au tableau 4.

Figure 6 Directives européennes sur l'efficacité

énergétique





• Sinon, il est possible de se référer à d'autres normes locales ou régionales comme indiqué au tableau 4.

Tableau 4

Autres normes locales ou régionales pour l'efficacité énergétique

Certification "Green building"	Influence
LEED EB O&M	ÉTATS-UNIS
BREEAM-In-Use	ROYAUME-UNI
NF HQE Exploitation	FRANCE
CASBEE	JAPON
DNGB for Existing Building	ALLEMAGNE
IGBC, GRIHA	INDE

Aujourd'hui, ISO 50001 peut être considérée comme la norme la plus couramment utilisée pour évaluer l'efficacité énergétique d'une usine ou d'un bâtiment.

Les normes et réglementations applicables à la catégorie APP2 sont indiquées au tableau 5.

Tableau 5 Normes pour les applications APP2

Normes ou règles d'évaluation d'application	Normes de méthodes	Normes de produits
ISO 50001 Systèmes de management de l'énergie – Exigences et recommandations de mise en œuvre	ISO 50006 Situations énergétiques de référence (SER) et indicateurs de performance énergétique (IPÉ)	Compteurs d'énergie IEC 61557-12 Dispositifs de mesure et de surveillance des performances (PMD)
	IEC 60364-8-1 Installations électriques basse tension – Partie 8-1 : efficacité énergétique FD X30-147	Passerelles, serveurs d'énergie, enregistreurs de données IEC 62974-1 Systèmes de surveillance et de mesure utilisés pour la collecte et l'analyse de données – Partie 1 : exigences relatives aux dispositifs
	Plan de mesurage pour le suivi de la performance énergétique	Tartie T. exigences relatives aux dispositiis

Le document AFNOR FD X30-147 donne des conseils pour mettre en place un plan de mesurage, selon 3 niveaux de réalisation choisis par le responsable d'installation (élémentaire, moyen et élevé), par exemple en annexe B, annexe D et annexe F.

Comme il est recommandé d'effectuer les mesures par zone et par poste de consommation tout en tenant compte des facteurs d'influence, le tableau 6 fournit des recommandations pour atteindre ce niveau de mesure.

Tableau 6

Conseils extraits du "plan de mesurage AFNOR FD X30-147".

Tableau (3.1 – Ventilation par	zone/utiliesteur	
	_		£
Niveaux Critères*	Élémentaire	Moyen	Élevé
Suivi des consommations par zone	Chaque compteur à tarif horaire détermine une zone	Chaque bâtiment est considéré comme une zone et ses consommations sont suivies	Chaque étage ou zone d'activité (atelier, bureau,) de chaque bâtiment est consideré comme une zone et ses consommations sont suivies
Suivi des consommations par utilisation finale	Les utilisations finales prédominantes (2 minimum) sont suivies	Les utilisations finales prédominantes (2 minimum) sont suivies pour chacune des zones suivies	Les utilisations finales prédominantes (2 minimum) sont suivies pour chacune des zones suivies Les utilisations finales prédominantes doivent représenter au moins 80 % de la consommation
Tableau B.2 -	- Considération des	facteurs d'influence	
Niveaux Critères*	Élémentaire	Moyen	Élevé
Considération des facteurs d'influence principaux pour la consommation par zone et/ou par utilisation finale	Le facteur d'influence pour le plus gros consommateur d'énergie est pris en consideration	Le facteur d'influence prédominant pour le plus gros consommateur d'énergie par zone et/ou par utilisation finale est pris en considération	Les facteurs d'influence prédominants pour les plus gros consommateurs d'énergie par zone et/ou par utilisation finale sont pris en considération
Tableau B.3 –	Considération des t	echniques de relevé	
Niveaux Critères*	Élémentaire	Moyen	Élevé
Relevé des consommations	Les données proviennent des factures des fournisseurs	Les mesures sont relevées manuellement ou automatiquement	Les mesures sont relevées automatiquement, suivant le niveau de granularité temporelle et la zone et/ou l'utilisation finale
Calcul des indicateurs de performance énergétique selon ISO 50006 (IPÉ, ratio de consommation, situation énergétique de référence,) suivant les consommations	Simple, proche de la consommation brute	Simple, proche de la consommation brute	Personnalisé par activité (comptabilité, management de l'énergie, communication au personnel,)
Fréquence de calcul des indicateurs de performance énergétique	Calculé suivant la fréquence de facturation, selon les zones, les utilisations finales et les facteurs d'influence suivis	Calculé chaque semaine selon les zones, les utilisations finales et les facteurs d'influence suivis	Calculé chaque jour selon les zones, les utilisations finales et les facteurs d'influence suivis
Tableau	B.4 - Surveillance of	le l'installation	
Niveaux Critères*	Élémentaire	Moyen	Élevé
Surveillance de l'installation électrique	Mesures en continu au point d'arrivée	Mesures en continu au point d'arrivée et au niveau des tableaux de distribution	Mesures en continu au point d'arrivée, au niveau des tableaux de distribution et au niveau des charges principales
Surveillance d'autres fluides dans l'installation	-		-
Tableau B.5	- Exploitation des	données mesurées	
Niveaux Critères*	Élémentaire	Moyen	Élevé
Utilisation d'une application de supervision et de reporting sur la performance énergétique (rapport de consommation, IPÉ, alarmes,) par type d'énergie, par utilisation finale, par zone et dans le temps	Pas nécessaire	Recommandée pour permettre la prise de relevés à distance, l'archivage et l'analyse de la consommation	Nécessaire pour la collecte automatique et l'archivage, la distribution d'information, le tableau de bord de management, la gestion des alarmes et la prise de décisions

^a Voir les recommandations données en annexe F, article F.6 sur les grandeurs à mesurer.



Le tableau 7 fournit d'autres conseils importants sur les besoins de mesure dans une installation électrique.

Tableau 7

Mesures appropriées selon le type de ligne de départ, de ligne d'arrivée, de générateur ou d'échangeur d'énergie, extraits du "plan de mesurage AFNOR FD X30-147".

		Types de mesures appropriées ^b			
		Élémentaire	Moyen (en plus du niveau élémentaire)	Élevé (en plus du niveau moyen)	
Point d'arrivée	- au point d'arrivée	Énergie active	U (tension) / I (œurant) f (fréquence) Facteur de puissance (ou cos phi) Énergie réactive THDu et THDi (distorsion harmonique totale)	Harmoniques individuelles de tension et de courant	
stribution	- pour chaque ligne de départ d'une puissance minimale de 100 kVAª (ex. : triphasé 160 A, 400 V)	Énergie active	U (tension) / I (œurant) Facteur de puissance (ou cos phi) Énergie réactive THDu et THDi (distorsion harmonique totale)	Harmoniques individuelles de tension et de courant	
Tableaux de distribution	- pour chaque ligne de départ d'une puissance minimale de 40 kVA³ (ex. : triphasé 63 A, 400 V)	Énergie active	Énergie active U (tension) / I (œurant) Puissance active/réactive Facteur de puissance (ou cos phi)	THDu et THDi (distorsion harmonique totale)	
Charge	- pour chaque ligne de départ d'une puissance minimale de 3,5 kVA³ (ex. : monophasé 16 A, 230 V)	-		Énergie active	
Transformateur	- Transformateurs électriques	-	Efficacité	Uinb (déséquilibre de phase) U (tension amont et aval)	

a La puissance dépend du type d'installation et du type de bâtiment : tertiaire, commercial, industriel, infrastructure, ...

b Selon l'application et les objectifs, d'autres mesures peuvent être mises en place (exemple : déséquilibre, alarme en cas de dépassement de seuil, ...)

Compare de la Compare de la

APP3 : qualité de l'énergie réseau, disponibilité et fiabilité de l'alimentation, gestion des actifs, planification des installations

Les normes et réglementations applicables à la catégorie APP3 d'applications de mesure sont indiquées au tableau 8.

Tableau 8 *Normes pour les applications APP3.*

Normes ou règles d'évaluation d'application	Normes de méthodes	Normes de produits	
APP3a : indication de tension, de courant ou de fréquence		Instruments analogiques de mesure électrique IEC 60051 Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe	
APP3b : contrôle de la distribution électrique, gestion des actifs, planification des installations		Centrales de mesure IEC 61557-12 Dispositifs de mesure et de surveillance des performances (PMD)	
APP3c: contrôle de la distribution électrique, gestion des actifs, planification des installations lorsqu'un mesurage cohérent est requis au niveau de l'usine (comparaison entre plusieurs appareils qui mesurent à différents endroits).	IEC 61000-4-30, classe S Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation	Centrales de mesure de classe S LEC 61557-12 Dispositifs de mesure et de surveillance des performances en combinaison avec LEC 62586-2 Mesure de la qualité de l'alimentation dans les réseaux d'alimentation - Partie 2 : essais fonctionnels et exigences d'incertitude (la conformité à IEC 62586-2 implique la conformité à IEC 61000-4-30)	

GPQ : qualité de l'énergie réseau

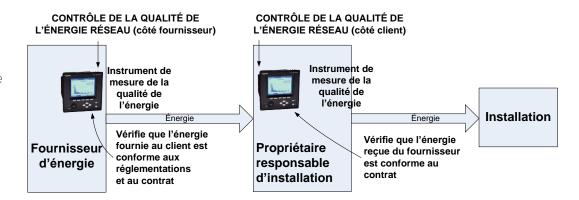
Le contrôle de la qualité de l'énergie réseau consiste généralement à vérifier la conformité des paramètres de qualité d'alimentation aux réglementations, normes ou contrats applicables. Les fournisseurs d'énergie contrôlent de leur côté la qualité de l'énergie tandis que les clients contrôlent la qualité de l'alimentation au sein de leur installation, comme décrit à la figure 7. Cela nécessite généralement des instruments de mesure de qualité de classe A.

On peut également prévoir des enquêtes sur le réseau. Les appareils de classe S conviennent à cet usage.



Figure 7

Mesures types de contrôle de qualité de l'énergie réseau.



Les normes et réglementations applicables à la catégorie GPQ sont indiquées au tableau 9.

Tableau 9

Normes pour l'application GPQ

Normes ou règles d'évaluation d'application	Normes de méthodes	Normes de produits
CENELEC EN 50160 Caractéristiques de la tension fournie	IEC 61000-4-30, classe A	Norme produit applicable
par les réseaux publics de distribution	Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de	en combinaison avec
Evaluation de la qualité de l'énergie –	l'alimentation (a)	Mesure de la qualité de
Caractéristiques de l'électricité fournie par les réseaux publics de distribution		l'alimentation dans les réseaux d'alimentation - Partie 2 : essais fonctionnels et exigences d'incertitude (la conformité à IEC 62586-2 implique la conformité à IEC 61000-4-30)

(a) IEC 61000-4-30 fournit les définitions suivantes :

- Classe A : cette classe est utilisée si des mesures précises sont nécessaires, par exemple pour des applications contractuelles qui peuvent nécessiter la résolution de litiges, la vérification de la conformité aux normes, etc. La mesure d'un même paramètre effectuée par deux instruments différents conformes aux exigences de la classe A doit produire des résultats identiques dans les limites d'incertitude spécifiées pour ce paramètre.
- Classe S : cette classe est utilisée pour des applications statistiques telles que les enquêtes d'évaluation de la qualité de l'énergie, éventuellement avec un sous-ensemble réduit de paramètres. Bien qu'elle utilise des intervalles de mesure équivalents à la classe A, les exigences de traitement de la classe S sont nettement inférieures. Certaines enquêtes consistent à évaluer les paramètres de qualité de l'énergie à plusieurs points de mesure du réseau ; d'autres enquêtes consistent à évaluer les paramètres de qualité de l'énergie en un seul point sur une période donnée, à plusieurs points d'un bâtiment ou même sur un seul grand appareil.

Conclusions et synthèse

Pour atteindre les objectifs de fiabilité de l'alimentation, d'efficacité énergétique et de réduction des coûts opérationnels, que ce soit à l'échelle du réseau ou au sein d'une installation, il faut établir une stratégie solide. Cela demande un plan de mesurage complet, couvrant les applications concernées, et supporté par des PMD capables de fournir les mesures requises.

Différents types de PMD doivent être utilisés suivant l'application de mesure ou de surveillance. La conformité aux normes applicables garantit la fiabilité des PMD, la précision des mesures et la confiance dans les données.

La majorité des applications de mesure ou de surveillance dans les systèmes électriques peut être couverte par des PMD conformes à la norme IEC 61557-12 et par des instruments de mesure de qualité conformes à la norme IEC 62586, comme le montre le tableau 10.

Tableau 10

Applications	Appareil	Réglementations et/ou normes de produit				
		Europe	États-Unis	Australie	Autres pays	
Facturation	Compteur tarifaire (pour les applications de métrologie légale)	MID EN 50470	Réglementations locales ANSI C12.20	Réglementations locales NMI M6	Réglementations locales Normes	
Sous-comptage	Sous-compteur (pour les applications de métrologie légale)	Si MID s'applique EN 50470	Si les réglementations locales s'appliquent ANSI C12.20	Si les réglementations locales s'appliquent NMI M6	Si les réglementations locales s'appliquent Normes locales	
	Sous-compteur	IEC 61557-12 (C-PMD1, c'est-à-dire certifiés indépendamment pour l'énergie active, couverts par des audits de fabrication, répondant aux exigences d'endurance de mesure et fournissant une indication de la date de fabrication à des fins de vérification périodique)				
Vérification des factures	Centrale de mesure	IEC 61557-12 (C-PMD1, c'est-à-dire certifiés indépendamment pour l'énergie active, couverts par des audits de fabrication, répondant au			n, répondant aux	
Répartition des coûts		exigences d'endurance de mesure et fournissant une indication de la date de fabrication à des fins de vérification périodique) IEC 61557-12 (PMD1)				
Efficacité énergétique Centrale de mesure		IEC 61557-12 (PMD1, PMD2 ou PMD3)				
Qualité de l'énergie réseau	Instruments analogiques de mesure électrique	IEC 60051				
	Centrale de mesure	IEC 61557-12 (PMD2 ou PMD3)				
	Centrale de mesure de classe S	IEC 61557-12 (PMD3) intégrant des fonctions IEC 61000-4-30 de classe S (testé suivant IEC 62586-2)				
Contrôle de la qualité de l'énergie réseau	Qualimètre	Produit concerné intégrant des fonctions IEC 61000-4-30 de classe A (testé suivant IEC 62586-2)				

NOTA - Certains appareils fournissent des données qualitatives, résultant d'une performance d'acquisition réduite ou d'algorithmes de calcul simplifiés. Ces valeurs approximatives sont utilisées à des fins d'indication (par ex. courant circulant ou non), de comparaison (par ex. important écart de consommation d'un équipement entre deux périodes de temps) ou d'estimation (par ex. bas niveau de facteur de puissance). Elles ne peuvent pas être comparées à d'autres mesures fournies par les appareils ci-dessus.

Étapes suivantes

Pour plus d'informations sur le choix des PMD, consulter le Livre blanc 998-19721655_GMA-US, Comment utiliser la norme IEC 61557-12 pour simplifier l'élaboration d'un plan de mesurage énergétique.

Pour concevoir une solution complète de gestion énergétique qui exploite pleinement les données de votre plan de mesurage tout en respectant vos objectifs énergétiques et financiers, votre budget et votre workflow, vous devez consulter un fournisseur de solutions qui vous offrira une gamme complète de PMD, d'applications logicielles, de services et de savoir-faire.



🔌 À propos de l'auteur

Franck Gruffaz a passé la moitié de sa carrière en R&D en tant que chef de projet ou responsable technique dans le domaine de la protection et du mesurage MT et BT avant de se consacrer à des activités de normalisation. Aujourd'hui responsable normalisation chez Schneider Electric, il s'occupe de sujets comme la qualité de l'énergie, l'efficacité énergétique et le mesurage d'énergie, et il participe aux comités de la CEI tels que IEC TC85, IEC SC77A, IEC SC65A et IEC SC77B.



Remerciements

Un remerciement particulier à Tarek Boumegoura, Matthieu Guillot, Benoit Leprettre, Severino Mussi, Piotr Przydatek et Christophe Piraud pour leur importante contribution et leur soutien.



Bibliographie

BT152/DG10049/DC: CEN-CLC JWG "Plan de mesurage énergétique pour les organismes proposition révisée de l'AFNOR".