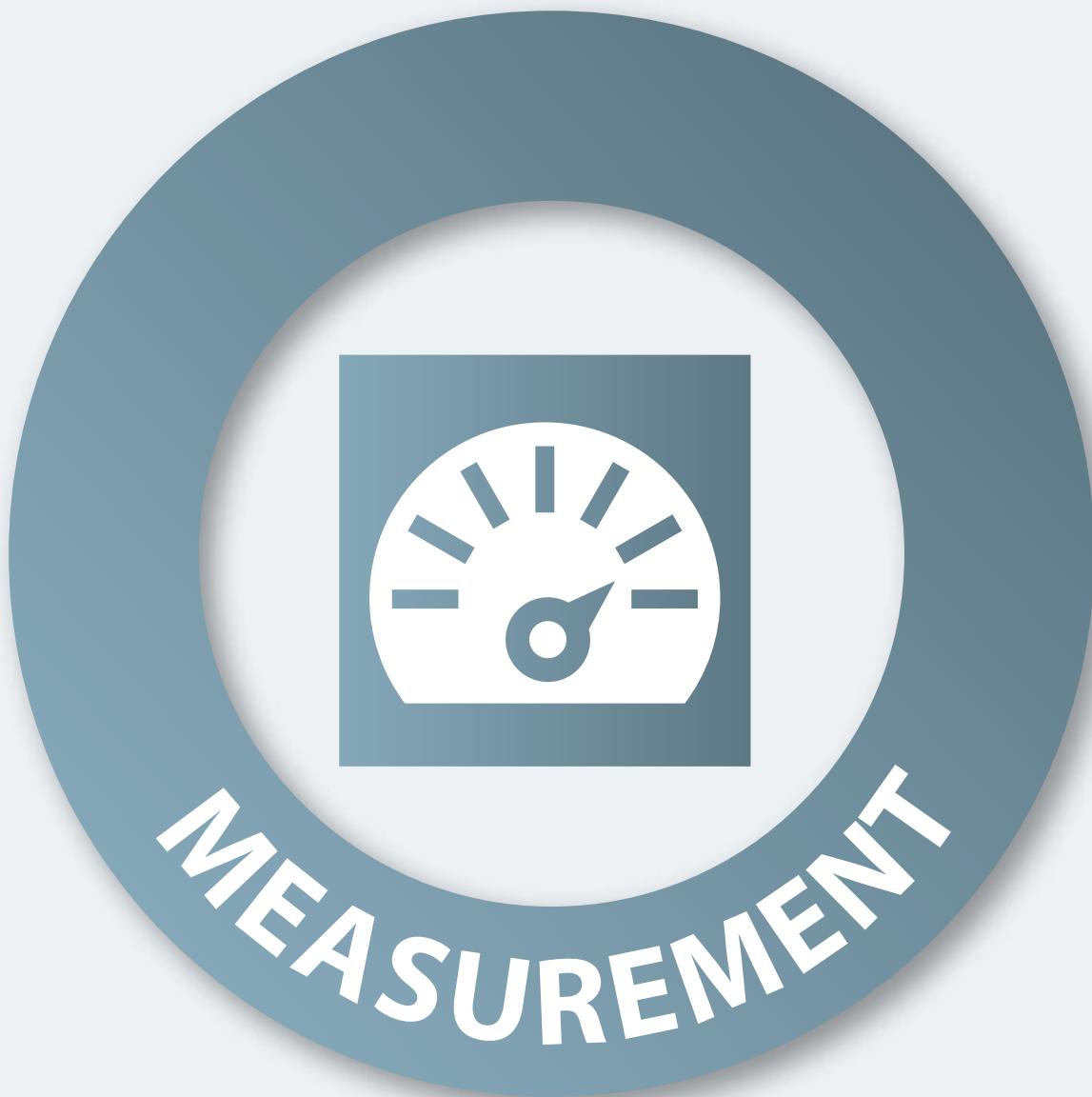


Précision globale
Energy Efficiency



Introduction



SITE 607 A

La mesure constitue un point essentiel dans une démarche de réduction de consommation électrique. Mais trop souvent, lors du choix des solutions de mesure, l'utilisateur se focalisera sur la précision de la centrale de mesure (PMD*) etoubliera de tenir compte de celle des capteurs associés.

Alors que la pertinence de la mesure sera directement liée à la précision de la chaîne globale, c'est-à-dire le PMD et ses capteurs associés. Ce point est particulièrement important dans le cadre d'un projet d'Efficacité Energétique dont la réussite sera directement liée à la capacité d'analyser de façon pertinente les données de mesures de l'installation électrique.

* PMD : Performance Measuring and monitoring Device.

Sommaire

Introduction	2
Les référentiels	4
Définition de classe de précision du compteur	4
Définition de la classe de précision en puissance et énergie active de la centrale de mesure (PMD).....	6
Définition de la classe de performance globale.....	7
Comment calculer la classe de performance globale d'une chaîne de mesure ?	7
Exemples	7
Impact de la classe de précision sur l'erreur de consommation d'une installation électrique.....	9
Influence de l'erreur de phase des capteurs de courant	9
Influence de la longueur des câbles.....	10
La nouvelle approche des gammes DIRIS Digiware	11
Classification de l'offre DIRIS Digiware selon la norme CEI 61557-12 ...	11
Comparaison entre une offre « standard » PMD + TC et l'offre Digiware	12
Plage de courant nominal In.....	13
Comparatif des précisions atteintes pour DIRIS Digiware et PMD + TC	14
Comparatif précision DIRIS Digiware et PMD + TC.....	14
Comparaison des erreurs de mesures des consommations entre les solutions DIRIS Digiware et les solutions conventionnelles PMD + TC.....	17
En résumé.....	18

Les référentiels

- CEI 61557-12 : dispositifs de mesure et de surveillance des performances (PMD).
- CEI 61869-2 (anciennement CEI 60044-1) : spécifications pour les transformateurs de courant.
- Guide de bonnes pratiques GIMELEC : la mesure dans un projet d'Efficacité Énergétique.

* PMD : Performance Measuring and monitoring Device.

Définition de classe de précision du compteur

La norme produit relative aux transformateurs de courant est la CEI 61869-2. En Basse tension, la mesure de tension est directe pour les réseaux 400 V triphasés.

En cas d'utilisation d'un transformateur abaisseur de tension, la précision de ce dernier doit également être prise en compte.

Les valeurs nominales du courant secondaire assigné sont de 1 A et 5 A.

Les classes de précision nominales des transformateurs de courant sont les suivantes : 0,1 - 0,2 - 0,2S - 0,5 - 0,5S - 1 - 3 - 5.

Extrait du standard CEI 61869-2 pour les transformateurs de courant classe "standard"

Classe de précision	Erreur de rapport ±%			
	au courant (% de la valeur assignée)			
	5	20	100	120
0,1	0,4	0,2	0,1	0,1
0,2	0,75	0,35	0,2	0,2
0,5	1,5	0,75	0,5	0,5
1	3,0	1,5	1,0	1,0

Classe de précision	Erreur de rapport ±%	
	au courant (% de la valeur assignée)	
	50	120
3	3	3
5	5	5

La norme impose un pourcentage de précision correspondant à la classe de précision uniquement :

- de 100 à 120 % de I_n pour les classes 0,1 à 1 (exemple 0,5 % pour une classe 0,5),
- de 50 à 120 % de I_n pour les classes 3 et 5.

Extrait du standard CEI 61869-2 pour les transformateurs de courant classe S

Classe de précision	Erreur de rapport ±%				
	au courant (% de la valeur assignée)				
	1	5	20	100	120
0,2S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2
0,5S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5

Pour les transformateurs de classe S, la norme impose un pourcentage de précision équivalent à la classe de précision uniquement de 20 à 120 % de I_n .

Différence entre un transformateur de « standard » et un transformateur de classe S.

Exemple de transformateur de classe 0,5 et 0,5S:

Courant mesuré	Transformateur classe 0,5	Transformateur classe 0,5S
1 % $I_n < I < 5 \% I_n$	-	1,5 %
5 % $I_n < I < 20 \% I_n$	1,5 %	0,75 %
20 % $I_n < I < 100 \% I_n$	0,75 %	0,5 %
100 % $I_n < I < 120 \% I_n$	0,5 %	0,5 %

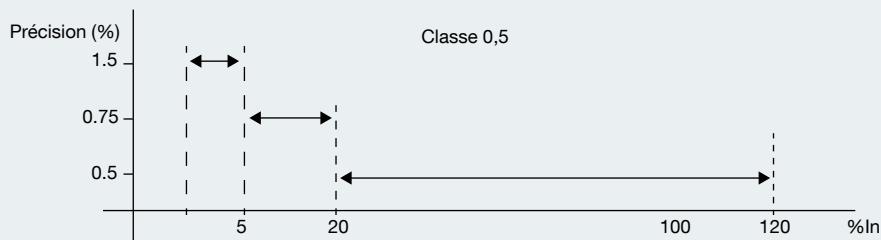
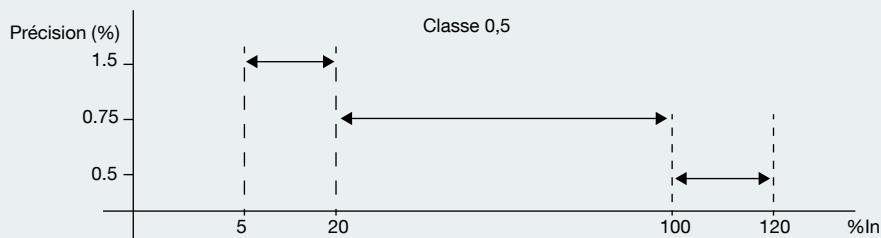


Fig. 1 - Différence de précision entre un transformateur de classe « standard » et un transformateur de classe S.

Les transformateurs de courant « standard » ne garantissent une précision équivalente à la classe qu'entre 100 et 120 % de I_n .

En pratique, cette précision n'est donc que rarement atteinte, le courant de fonctionnement des charges étant en pratique plus proche de 30 % à 40 % du courant nominal I_n .

Pour garantir une précision de mesure sur une large plage de courant, il faut donc utiliser un transformateur de classe S. Cependant ces transformateurs sont plus onéreux du fait du matériau magnétique utilisé.

Définition de la classe de précision en puissance et énergie active de la centrale de mesure (PMD)

La norme produit relative aux centrales de mesure est la CEI 61557-12.

Extrait de la norme :

Plage de courant spécifiée		Facteur de puissance ^d	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C ^{abc}		Unité
Valeur du courant pour les PMD Dx à brachement direct	Valeur du courant pour les PMD Dx avec capteur externe		pour C < 1	pour C ≥ 1	
2 % $I_b \leq I < 10 \% I_n$	1 % $I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	±2,0 x C	Aucune exigence	%
5 % $I_b \leq I < 10 \% I_n$	1 % $I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	Aucune exigence	±(1,0 x C + 0,5)	%
10 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	5 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	1	±1,0 x C	±1,0 x C	%
5 % $I_b \leq I \leq 20 \% I_b$	2 % $I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5 inductif 0,8 capacitif	±(1,7 x C + 0,15) ±(1,7 x C + 0,15)	Aucune exigence Aucune exigence	%
10 % $I_b \leq I \leq 20 \% I_b$	5 % $I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5 inductif 0,8 capacitif	Aucune exigence Aucune exigence	±(1,0 x C + 0,5) ±(1,0 x C + 0,5)	%
20 % $I_b \leq I \leq I_{max}$	10 % $I_n \leq I \leq I_{max}$	0,5 inductif 0,8 capacitif	±(1,0 x C + 0,1) ±(1,0 x C + 0,1)	±1,0 x C ±1,0 x C	%

Fig. 2 - Extrait de la norme CEI 61557-12.

Tableau de synthèse avec un capteur de courant externe :

Plage de mesure Valeur du courant pour les PMD avec capteur de courant externe (PMD Sx)	Facteur de puissance	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C	Unité
1 % $I_n \leq I < 5 \% I_n$	1	±2 x C	%
5 % $I_n \leq I \leq 120 \% I_n$	1	±1 x C	%
2 % $I_n \leq I < 10 \% I_n$	0,5 inductif 0,8 capacitif	±(1,7 x C + 0,15) ±(1,7 x C + 0,15)	%
10 % $I_n \leq I \leq 120 \% I_n$	0,5 inductif 0,8 capacitif	±(1 x C + 0,1) ±(1 x C + 0,1)	%

C = classe de précision du PMD avec $C < 1$. $I_{max} = 120 \% I_n$

Fig. 3 - Synthèse avec un capteur de courant externe.

Exemple pour une centrale de mesure de classe 0,5 avec un facteur de puissance = 1 et $I_{max} = 120 \% I_n$:

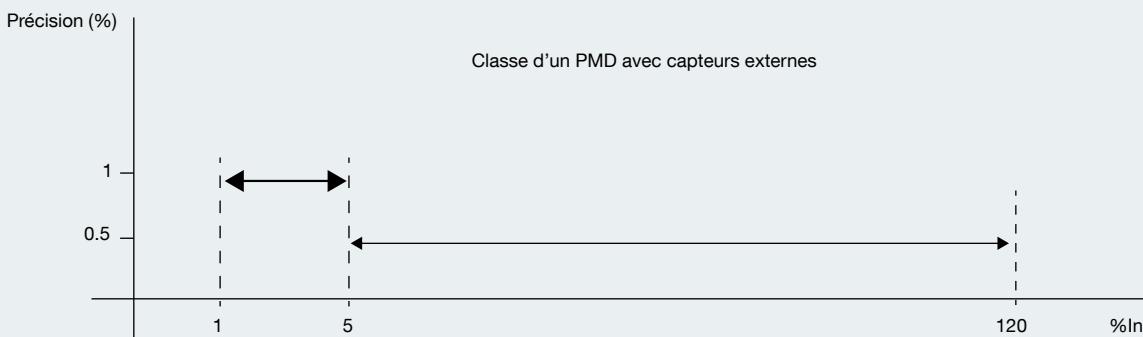


Fig. 4 - Classe d'un PMD avec capteurs externes.

Définition de la classe de performance globale

La précision de la chaîne de mesure globale résulte de l'adjonction des précisions de mesures de chaque équipement qui la compose :



Fig. 5 - Chaine de mesure.

Pour obtenir la précision globale de la chaîne de mesure, il faut tenir compte de la précision de chaque élément: PMD, transformateur de courant, transformateur de tension et câbles.

Comment calculer la classe de performance globale d'une chaîne de mesure ?

La précision globale de la chaîne de mesure sera donnée par la classe de performance globale.

Pour la calculer, il faut tenir compte de la précision de chaque élément.

Le calcul est issu de la formule donnée en annexe D de la CEI 61557-12 «Classe de performance globale du système» tenant compte des éléments PMD, capteur de tension et capteur de courant constituant la chaîne de mesure :

Classe de performance globale =

$$1,15 \times \sqrt{(\text{classe du capteur de courant})^2 + (\text{classe du capteur de tension})^2 + (\text{classe du PMD})^2}$$

La classe de performance globale du système est arrondie à la valeur par défaut normalisée la plus proche :

0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	5	7,5	10	15	20
-----	-----	-----	------	---	-----	---	-----	---	---	-----	----	----	----

Attention

Cette formule n'est valable que pour un facteur de puissance égal à 1 et ne tient pas compte des erreurs de phase (voir chapitre 7). De plus, la formule n'a qu'une valeur statistique et ne permet de garantir, de façon absolue, la précision.

Notes :

En Basse Tension, dans la plupart des applications le capteur de tension n'est pas présent.

Dans un réseau triphasé, la classe des trois capteurs est égale à la classe d'un capteur, à condition que les trois capteurs aient la même classe.

Exemples

Le PMD est de classe 0,5 et le transformateur de courant de classe 0,5. Le courant nominal est de 100 A. En appliquant la formule précédente :

- 100 à 120 % I_n

Précision PMD = 0,5 % ; TC = 0,5 %

Précision chaîne de mesure globale = $1,15 \times \sqrt{(0,5^2+0,5^2)}$ 0,81 %

- 20 à 100 % I_n

Précision PMD = 0,5 % ; TC = 0,75 %

Précision chaîne de mesure globale = $1,15 \times \sqrt{(0,5^2+0,75^2)}$ 1,04 %

- 5 à 20 % I_n

Précision PMD = 0,5 % ; TC = 1,5 %

Précision chaîne de mesure globale = $1,15 \times \sqrt{(0,5^2+1,5^2)}$ 1,82 %

- 1 à 5 % I_n

Précision PMD = 1 % ; TC = indéfinie

Précision chaîne de mesure globale → indéfinie

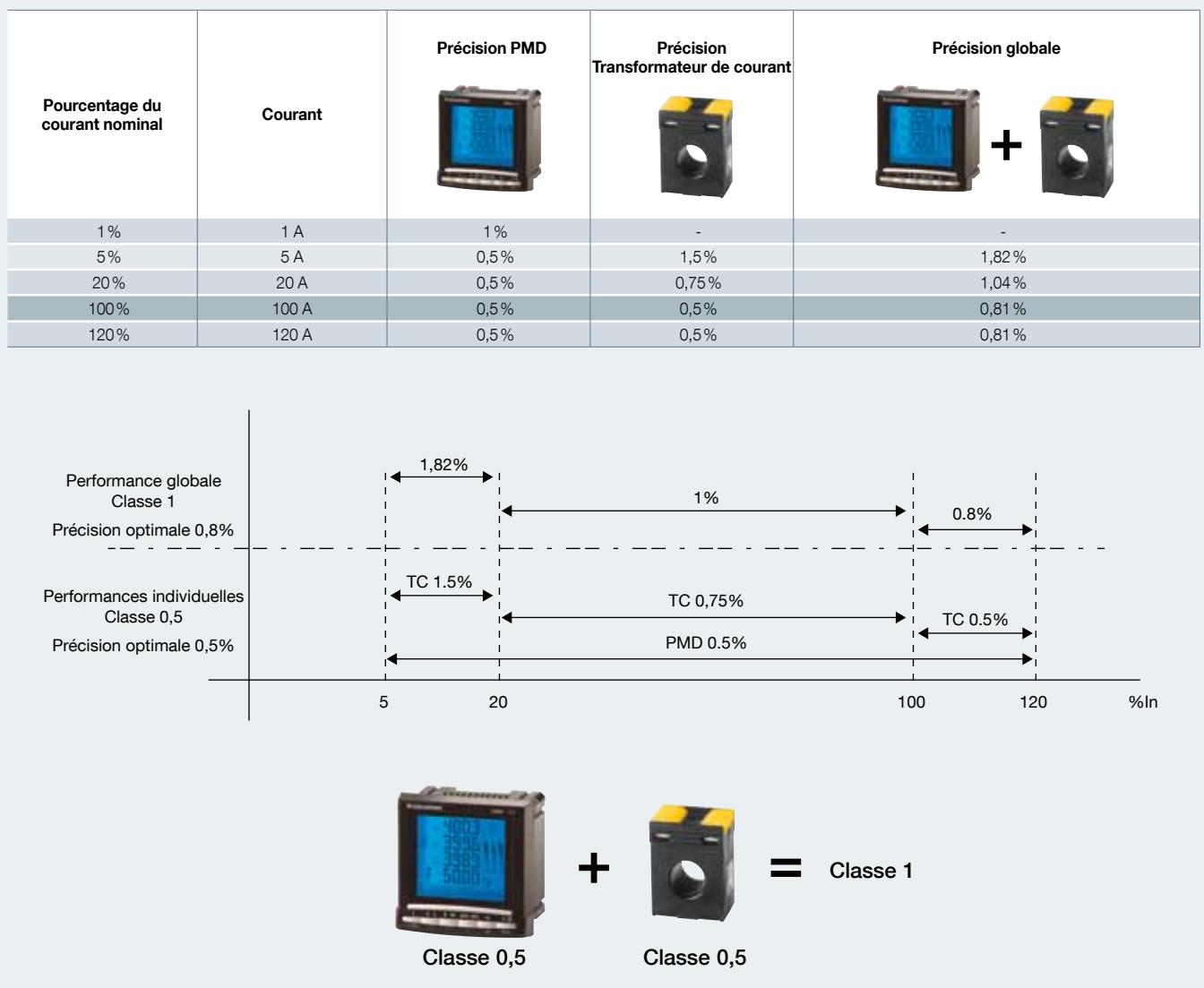


Fig. 6 - Classe de précision globale de la chaîne de mesure.

La plage et les performances de précision du transformateur de courant sont limitées par rapport à celles du PMD. Même si la précision de chaque élément est de 0,5 %, la précision globale n'atteindra jamais 0,5 %
La classe de performance globale du système équivaut à 1 avec de surcroit une plage de précision optimale réduite par rapport au PMD seul.

Impact de la classe de précision sur l'erreur de consommation d'une installation électrique

Calcul de l'impact de la classe de précision des capteurs sur la consommation énergétique :

Exemple :

- une source d'alimentation alimente un réseau triphasé 4 fils (3 x 230/400 Vac) avec un facteur de puissance PF égal à 1,
- la mesure s'effectue à l'aide d'un PMD de classe 0,5 et de transformateurs de courant de classe 0, 5 ou 1,
- plusieurs charges sont mesurées avec des courants nominaux de 1000, 600 et 250 A,
- le coût moyen du kWh est de 0,04 € dans le cas d'un tarif vert.

Erreurs de mesure des consommations sur une année, conformément aux précision du PMD et des transformateurs de courant associés pour chaque étage :

Courant nominal (A)	Classe PMD	Classe TC	Précision globale à In	Puissance active (kW)	Énergie active cumulée (kWh)	Erreur consommation annuelle (kWh)	Δ coût énergétique associé
1000	0,5	0,5	0,81	690	6 044 400	49 151	1 966 €
600	0,5	0,5	0,81	414	3 626 640	29 491	1 180 €
250	0,5	0,5	0,81	173	1 511 100	12 288	492 €
250	0,5	1	1,29	173	1 511 100	19 429	777 €

Plusieurs points sont mis en évidence :

- plus le courant nominal est élevé, plus l'erreur de mesure à un impact important,
- l'erreur augmente significativement quand la classe de précision du TC diminue.

Les classes de précision et le courant auront un impact direct sur l'erreur de mesure des consommations.

Influence de l'erreur de phase des capteurs de courant

L'erreur de phase par rapport au courant mesuré, même minime, introduite par le capteur de courant affecte directement les mesures de la puissance et de l'énergie lorsque le facteur de puissance est $\neq 1$.
Afin de minimiser l'erreur de phase, il est conseillé d'utiliser des capteurs de classe 0,2S et 0,5S.

Exemple :

Le facteur de puissance (PF) est de 0,5 mais l'erreur de phase du capteur de courant est de $0,3^\circ$. $PF = 0,5$ correspond à $\phi = 60^\circ$ pour un système sinusoïdal, une erreur de $0,3^\circ$ correspond alors à un $PF = 0,495 (\cos [60^\circ + 0,3^\circ])$. La puissance active est directement liée au PF par la formule :

$$Pa \text{ (Puissance active)} = PF \text{ (Facteur de puissance)} \times S \text{ (Puissance apparente)}$$

$$\rightarrow \text{Erreur additionnelle sur la mesure de la puissance : } \frac{\text{Préelle-Pmesurée}}{\text{Préelle}} = \frac{0,5 - 0,495}{0,5} = 1\%$$

Le même calcul avec une erreur de 1° conduirait à une erreur de mesure de 3 %

Prenons par exemple un moteur utilisé à faible charge, l'erreur de phase augmente lorsque le $\cos\phi$ se dégrade et peut introduire des erreurs de mesure importantes.

L'erreur de phase du capteur affecte les mesures de puissance et d'énergie lorsque le facteur de puissance est différent de 1.

Par exemple, une erreur de phase de 20 minutes pour un $PF = 0,5$ ajoute 1 % d'erreur sur la mesure de la puissance active et 3 % pour une erreur de phase de 1° .

Influence de la longueur des câbles

La consommation des câbles est également à prendre en compte pour définir la puissance du capteur de courant nécessaire au bon fonctionnement et à la performance de la chaîne de mesure globale.

Puissance sortie capteur de courant (VA) > Puissance entrées PMD (VA) + Pertes câbles (VA)

Les pertes dans les câbles s'expriment par la formule suivante:

$$\text{Pertes en VA} = \frac{I^2 (\text{A}) \times 2}{S (\text{mm}^2) \times 56} \times L (\text{m})$$

I: courant au secondaire du TC.

L: distance entre le TC et le PMD.

S: section du câble.

Exemple:

- le capteur de courant délivre 5 A au secondaire,
- la longueur du câble entre PMD et capteur est de 1 m et la section du câble de 2,5 mm²,
- les entrées du PMD consomment 0,1 VA.

En appliquant la formule, les pertes dans le câble seront de 0,36VA et la puissance de sortie nécessaire au capteur de courant devra être supérieure à 0,46 VA. Une puissance de sortie inférieure ne sera pas destructive pour le capteur de courant mais diminuera la précision de mesure.

Il faut prendre en compte la consommation du câble dans le choix du capteur de courant pour ne pas dégrader la précision de la chaîne de mesure globale.

La nouvelle approche des gammes DIRIS Digiware

Pour les projets d'Efficacité Energétique, il est nécessaire de mesurer de nombreuses charges sur l'installation afin d'en évaluer le comportement.

Dans cette perspective, SOCOMEC a développé une offre complète appelée DIRIS Digiware comprenant un système de mesure multidépart avec des gammes de capteurs de courant associés. Le système de mesure DIRIS Digiware est constitué de modules interconnectés :

- un module DIRIS Digiware U dédié à la mesure de la tension,
- des modules DIRIS Digiware I dédiés à la mesure du courant.

Plusieurs types de modules sont disponibles en fonction du nombre de charges à mesurer. Les informations de la mesure de la tension U sont transmises numériquement aux modules de mesure du courant I afin de calculer puissances et énergies.

Les capteurs de courant utilisent une liaison spécifique type RJ12 permettant :

- une connexion rapide sans erreur de câblage,
- la reconnaissance du capteur de courant,
- la garantie d'une précision globale de la chaîne de mesure en puissance et énergie de 0,5 %

Exemple de connexion du DIRIS Digiware I-30 avec ses capteurs de courant associés TE:

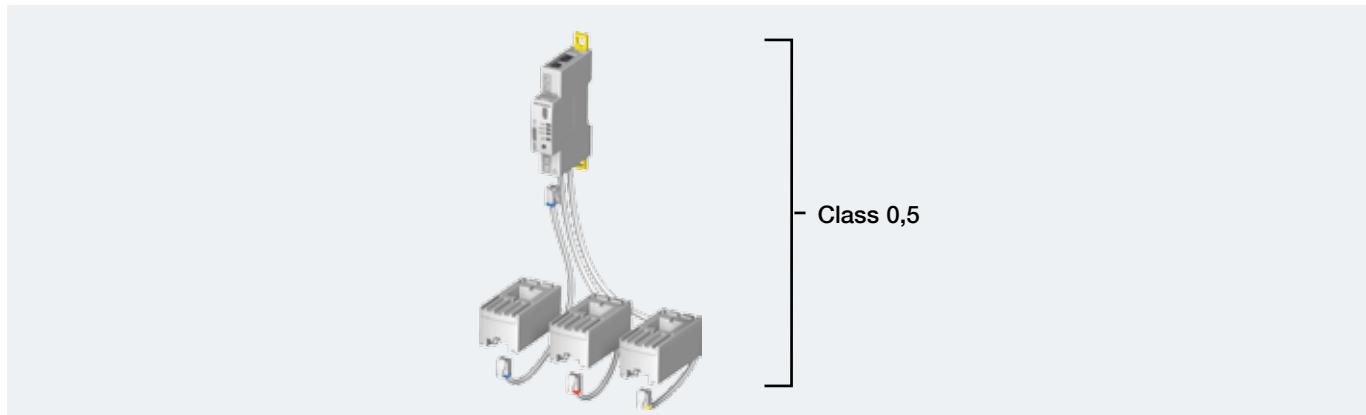


Fig. 7 - Classe de précision DIRIS Digiware.

Classification de l'offre DIRIS Digiware selon la norme CEI 61557-12

Cette approche permet de classifier l'offre DIRIS Digiware et ses capteurs de courant associés dans les PMD à branchement direct (PMD DD) suivant la norme CEI 61557-12.

Pour un PMD DD de classe de précision C < 1 et en considérant $I_b = I_n$ et $I_{max} = 120\% I_n$, le tableau de la CEI 61557-12 (chapitre 4) est le suivant :

Plage de mesure Valeur du courant pour les PMD à branchement direct (PMD Dx)	Facteur de puissance	Limites de l'incertitude intrinsèque pour les PMD de classe de performance de fonctionnement C	Unité
$2\% I_n \leq I \leq 10\% I_n$	1	$\pm 2 \times C$	%
$10\% I_n \leq I \leq 120\% I_n$	1	$\pm 1 \times C$	%
$5\% I_n \leq I \leq 20\% I_n$	0,5 inductif 0,8 capacitif	$\pm(1,7 \times C + 0,15)$ $\pm(1,7 \times C + 0,15)$	%
$20\% I_n \leq I \leq 120\% I_n$	0,5 inductif 0,8 capacitif	$\pm(1 \times C + 0,1)$ $\pm(1 \times C + 0,1)$	%

Comparaison entre une offre « standard » PMD + TC et l'offre Digiware

- Offre standard: Centrale de mesure (PMD) classe 0,5 associée à des transformateurs de courant (TC) classe 0,5 → **Classe 1 calculée** (voir chapitre 5).
- Offre DIRIS Digiware en association avec capteurs de courant TE → **Classe 0,5 garantie.**

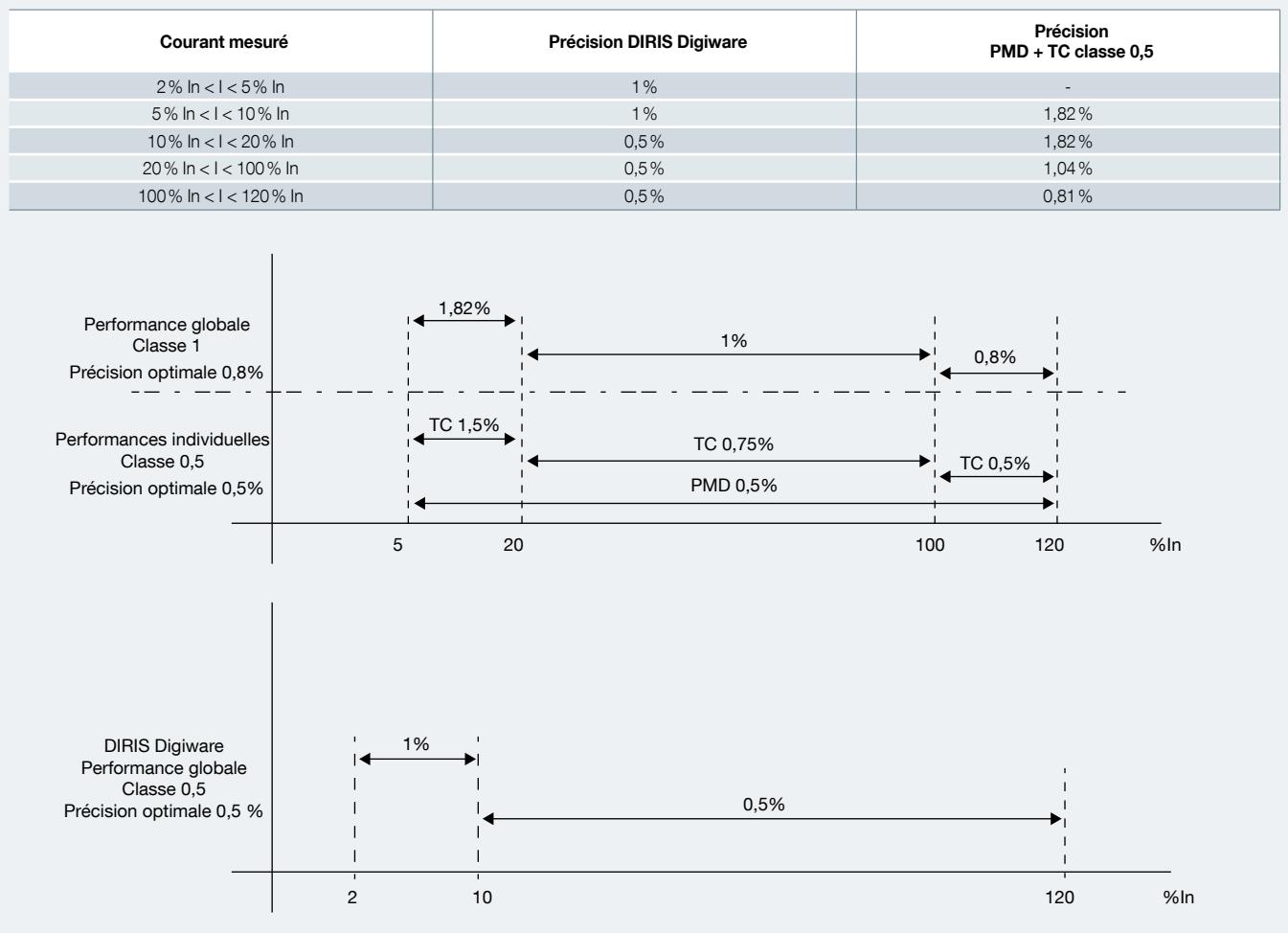


Fig. 8 - Comparaison de la performance globale entre une offre standard et l'offre DIRIS Digiware.

Grâce à sa technologie innovante, DIRIS Digiware permet de garantir entre 2 et 20 % de I_n une classe de performance globale 0,5 en puissance et en énergie.

En comparaison, une centrale de mesure classe 0,5 associée à des transformateurs de courant de classe 0,5 ne permettent d'atteindre qu'une classe de performance globale 1.

La formule donnant la classe de précision globale (chapitre 5) n'a qu'une valeur statistique alors que DIRIS Digiware garantie la précision de la chaîne de mesure globale.

La plage de mesure et les performances proposées par DIRIS Digiware surclassent les solutions classiques PMD + TC proposées sur le marché.

Plage de courant nominal In

Les capteurs de courant associés à DIRIS Digiware sont caractérisés non plus pour une valeur de courant nominal mais pour une plage de courant nominal.

Capteur TE - Capteur fermé

	TE-18	TE-18	TE-25	TE-35	TE-45	TE-55
Plage de courant nominal In	5 à 20 A	25 à 63 A	40 à 160 A	63 à 250 A	160 à 630 A	400 à 1000 A

Capteur TR - Capteur ouvrant

	TR-10	TR-16	TR-24	TR-36
Plage de courant nominal In	25 à 75 A	32 à 100 A	63 à 200 A	200 à 600 A

Capteur TF - Capteur flexible

	TF-55	TF-120	TF-300
Plage de courant nominal In	150 à 600 A	500 à 2000 A	1600 à 6000 A

Fig. 9 - Plage de courant nominal selon le type de capteur.

Cette caractéristique conduit à deux avantages importants :

- Extension de la plage de mesure : Un capteur ayant son courant nominal défini sur une plage plutôt que sur une valeur unique permet d'étendre son utilisation à bas courant.

Par exemple, le TE-35 permet de travailler sur une plage de courant nominal de 63A (de 2 à 120 %) à 250A (de 2 à 120 %), la gamme de courant couverte sera :

- de 2 % du courant nominal minimum 2 % de 63 A = 1,26 A
- à 120 % du courant nominal maximum 120 % de 250 A = 300 A
- Plage de courant à précision garantie de 1,26 à 300 A.

- Réduction du nombre de capteurs nécessaire pour couvrir une plage de courant.

Comparativement, les capteurs associés à DIRIS Digiware couvrent une large plage de courants nominaux contre une seule valeur de courant nominal pour les transformateurs de courant standard.

Par exemple pour couvrir une plage de 100 à 250 A, au minimum 5 références de capteurs conventionnels de même type sont nécessaires contre un seul TE-35 pour DIRIS Digiware.

Comparatif des précisions atteintes pour DIRIS Digiware et PMD + TC

Basé sur les éléments précédents, le tableau ci-dessous illustre concrètement la précision obtenue en puissance et énergie pour DIRIS Digiware comparée à celle obtenue avec un PMD de classe 0,5 associé à des transformateurs de courant de classe 0,5 permettant de couvrir la plage de courants nominaux de 100 à 250 A.

Précision DIRIS Digiware + TE-35		PMD CI 0,5 + Transformateur de courant CI 0,5					Précision Transformateur de courant seul				
A	Plage In	In					In				
	63 à 250 A	100 A	125 A	150 A	200 A	250 A	100 A	125 A	150 A	200 A	250 A
2	1,00 %						1,50 %				
5	1,00 %	1,82 %					1,50 %	1,50 %			
6,3	0,50 %	1,82 %	1,82 %				1,50 %	1,50 %	1,50 %		
7,5	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %			1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	
10	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %		1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	
12,5	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	
20	0,50 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	
25	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	
30	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	
40	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	
50	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	
100	0,50 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	
125	0,50 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	
150	0,50 %		0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	
200	0,50 %			0,81 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	
250	0,50 %				0,81 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	
300						0,81 %					0,50 %

Fig. 10 - Comparaison de la précision entre le DIRIS Digiware et la solution PMD + TC.

La solution DIRIS Digiware met en évidence de nombreux avantages :

- une plage de courant élargie avec une excellente précision (0,5 %) de 6,3 à 300 A,
- la précision de l'association PMD + TC est toujours beaucoup plus faible,
- la précision maximum (0,81 %) de l'association PMD + TC n'est réelle que pour les courants supérieurs à In,
- un seul capteur de courant (TE-35) associé à DIRIS Digiware est suffisant pour couvrir la plage de courants nominaux de 100 à 250 A,
- 5 capteurs sont nécessaires en cas d'utilisation de PMD + TC.

Comparatif précision DIRIS Digiware et PMD + TC

Les tableaux suivants détaillent, sur le même principe, l'ensemble des comparaisons entre la gamme DIRIS Digiware et les solutions conventionnelles PMD + transformateurs de courant :

Plage 25 à 63 A

Précision DIRIS Digiware + TE-18		Précision PMD CI 0,5 + Transformateur de courant CI 1			Précision Transformateur de courant seul		
A	Plage In	40 A	50 A	60 A	40 A	50 A	60 A
	25 à 63 A						
0,5	1,00 %						
2	1,00 %	3,50 %					
2,5	0,50 %	3,50 %	3,50 %				
3	0,50 %	3,50 %	3,50 %	3,50 %			
8	0,50 %	1,82 %	3,50 %	3,50 %			
10	0,50 %	1,82 %	1,82 %	3,50 %			
12	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %			
40	0,50 %	1,29 %	1,82 %	1,82 %			
48	0,50 %		1,29 %	1,82 %			
50	0,50 %			1,29 %			
60	0,50 %				1,00 %	1,50 %	
72	0,50 %						1,00 %

Fig. 11 - Comparaison de la précision du DIRIS Digiware vs PMD + TC de 25 à 63 A.

Plage 40 à 160 A

Précision DIRIS Digiware + TE-25		PMD CI 0,5 + Transformateur de courant CI 0,5		Précision Transformateur de courant seul							
A	Plage In	In	In	CEI 61869-2	Cl 0,5						
	40 à 160 A	60 A	80 A	100 A	125 A	150 A	60 A	80 A	100 A	125 A	150 A
0,8	1,00 %						1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
2	1,00 %						1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
2,5	1,00 %						1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
3	1,00 %	1,82 %					1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
4	0,50 %	1,82 %	1,82 %				1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
5	0,50 %	1,82 %	1,82 %	2,07 %			1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
6,25	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %		1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
8	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
10	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
12	0,50 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
15	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
20	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
25	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %
30	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
40	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
50	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
60	0,50 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
75	0,50 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
80	0,50 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
100	0,50 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
125	0,50 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
150	0,50 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
160	0,50 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
180	0,50 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
192	0,50 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %

Fig. 12 - Comparaison de la précision du DIRIS Digiware vs PMD + TC de 40 à 160 A.

Plage 160 à 630 A

Précision DIRIS Digiware + TE-45		PMD CI 0,5 + Transformateur de courant CI 0,5		Précision Transformateur de courant seul									
A	Plage In	In	In	CEI 61869-2	Cl 0,5								
	160 à 630 A	200 A	250 A	300 A	400 A	500 A	600 A	200 A	250 A	300 A	400 A	500 A	600 A
3,2	1,00 %							1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
8	1,00 %							1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
10	1,00 %							1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
12,5	1,00 %	1,82 %						1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
16	0,50 %	1,82 %	1,82 %					1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
20	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %				1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
25	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %			1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
30	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %		1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
32	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
40	0,50 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
50	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
60	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
80	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
100	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
120	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
160	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,75 %	0,75 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %	1,50 %
200	0,50 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
250	0,50 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
300	0,50 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
360	0,50 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
400	0,50 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
500	0,50 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
600	0,50 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %
756	0,50 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	0,50 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %

Fig. 13 - Comparaison de la précision du DIRIS Digiware vs PMD + TC de 160 à 630 A.

Plage 400 à 1000 A

Précision DIRIS Digiware + TE-45		Précision PMD CI 0,5 + Transformateur de courant CI 0,5		Précision Transformateur de courant seul							
CEI 61557-12 Cl globale 0,5 1 TC de 400 à 1000 A de 2 à 120 % de In		CEI 61557-12 Cl globale = $1,15 \times \sqrt{(\text{Cl PMD}^2 + \text{Cl Capteur}^2)}$ Hors câbles		CEI 61869-2 Cl 0,5 5 TC de 400 à 1000 A de 5 à 120 % de In							
A	Plage In	In									
	400 to 1000 A	400 A	500 A	600 A	800 A	1000 A	400 A	500 A	600 A	800 A	1000 A
8	1,00 %										
10	1,00 %										
12,5	1,00 %										
15	1,00 %										
20	0,50 %	1,82 %									
25	0,50 %	1,82 %	1,82 %								
30	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %							
37,5	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %							
40	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %						
50	0,50 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %					
80	0,50 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %					
100	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %	1,82 %					
120	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %	1,82 %					
160	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,82 %					
200	0,50 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %					
400	0,50 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %					
500	0,50 %	0,81 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %	1,04 %					
600	0,50 %		0,81 %	0,81 %	0,81 %	0,81 %					
750	0,50 %			1,04 %	1,04 %	1,04 %					
800	0,50 %				0,81 %	1,04 %					
900	0,50 %					0,81 %	1,04 %				
1000	0,50 %						0,81 %				
1200											0,50 %

Fig. 14 - Comparaison de la précision du DIRIS Digiware vs PMD + TC de 400 à 1000 A.

Comparaison des erreurs de mesures des consommations entre les solutions DIRIS Digiware et les solutions conventionnelles PMD + TC

En reprenant l'exemple présenté précédemment (chapitre 6) avec un taux de charge de 35 %, les erreurs de mesure suivantes sont obtenues.

Réseau triphasé (3 x 230/400V) PF = 1			DIRIS Digiware			PMD CI 0,5 + TC			
Courant nominal (A)	Taux de charge (% In)	Energie active cumulée sur 1 an (kWh)	Précision globale	Erreur consommation annuelle (kWh)	Δ coût énergétique associé	Classe du TC	Précision globale à In	Erreur consommation annuelle (kWh)	Δ coût énergétique associé
1000	35	2 115 540	0,50	10 578	423 €	0,5	1,04	21 930	877 €
600	35	1 269 324	0,50	6 374	254 €	0,5	1,04	13 158	526 €
250	35	528 885	0,50	2 644	106 €	0,5	1,04	5 482	219 €
250	35	528 885	0,50	2 644	106 €	1	1,82	9 617	385 €

Fig. 15 - Comparaison des erreurs de mesure de consommation DIRIS Digiware vs PMD + TC.

En synthèse :

- la précision de la solution DIRIS Digiware conduit dans tous les cas à des erreurs de mesure de consommation réduites Erreur divisée au minimum par 2,
- la diminution de classe de précision du TC (dans l'exemple de 0,5 à 1) conduit à une augmentation importante de l'erreur de mesure de consommation (de 5482 à 9617 kWh),
- la large plage de précision de la gamme DIRIS Digiware permet de maintenir une précision élevée même avec un faible taux de charge (dans l'exemple 35 %),
- ceci permet de conserver une erreur de mesure des consommations plus faible ainsi qu'une évaluation de la facture énergétique fiable.

DIRIS Digiware grâce à sa précision élevée garantie permet de contenir les erreurs de mesure des consommations et autorise ainsi une meilleure évaluation de la facture énergétique.

En résumé

Avec une solution traditionnelle PMD + Transformateur de courant, la précision de la mesure de la puissance et de l'énergie, mais également des autres paramètres électriques, doivent tenir compte de :

- la classe et la plage de précision de la centrale de mesure (PMD),
- la classe et la plage de précision des capteurs (TC),
- la classe et la classe de précision de la chaîne de mesure globale,
- l'influence de l'erreur de phase,
- l'influence de la longueur des câbles.

Ces paramètres auront un impact direct sur l'erreur de mesure de la consommation énergétique.

Avec la solution DIRIS Digiware, l'utilisateur n'a pas à se préoccuper des points précédents : la précision étant garantie pour la chaîne de mesure globale et sur une plage de courant très étendue.

Socomec proche de vous

EN FRANCE

BORDEAUX

(16 - 17 - 24 - 33 - 40 - 47 - 64 - 86)
5, rue Jean-Baptiste Perrin
ZI, Parc d'activités Mermoz
33320 Eysines
info.bordeaux@socomec.com

Critical Power

Tél. 05 57 26 42 19
Fax 05 62 89 26 17
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 05 57 26 85 00
Fax 05 56 36 25 42

GRENOBLE

(07 - 38 - 73 - 74)
17, avenue du Granier
38240 Meylan
info.grenoble@socomec.com
Critical Power
Tél. 04 76 90 95 99
Fax 04 72 14 01 52
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 04 76 90 52 53
Fax 04 76 41 08 62

LILLE

(02 - 59 - 60 - 62 - 80)
Parc de la Cimaise
8, rue du Carrousel
59650 Villeneuve d'Ascq
info.lille@socomec.com
Critical Power
Tél. 03 20 61 22 84
Fax 03 20 91 16 81
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 03 20 61 22 80
Fax 03 20 91 16 81

LYON

(01 - 03 - 21 - 39 - 42 - 43 - 58 - 63 - 69 - 71)
Le Mas des Entreprises
15/17 rue Émile Zola
69153 Décines-Charpieu Cedex
info.lyon@socomec.com
Critical Power
Tél. 04 78 26 66 56
Fax 04 72 14 01 52
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 04 78 26 66 57
Fax 04 78 26 65 96

MARSEILLE - CORSE - MONACO

(04 - 05 - 06 - 13 - 20 - 26 - 30 - 83 - 84)
Parc d'Activité Europarc Sainte Victoire
Le Canet - Bât. N° 7
13590 Meyreuil
info.marseille@socomec.com

Critical Power

Tél. 04 42 52 84 01
Fax 04 42 52 48 60
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 04 42 59 61 98
Fax 04 42 52 46 14

METZ

(08 - 10 - 51 - 52 - 54 - 55 - 57 - 88)
62, rue des Garennes
57155 Marly
info.metz@socomec.com
Critical Power
Tél. 03 88 57 45 50
Fax 03 88 57 45 69
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 03 87 62 55 19
Fax 03 87 56 16 98

NANTES

(22 - 29 - 35 - 44 - 49 - 53 - 56 - 79 - 85)
5, rue de la Bavière - Erdre Active
44240 La Chapelle-sur-Erdre
info.nantes@socomec.com

Critical Power

Tél. 02 40 72 94 70
Fax 02 28 01 20 84
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 02 40 72 94 72
Fax 02 40 72 88 23

PARIS - ÎLE-DE-FRANCE

(75 - 77 - 78 - 91 - 92 - 93 - 94 - 95)
Z.I. de la Pointe - 95, rue Pierre Grange
94132 Fontenay-sous-Bois Cedex
info.paris@socomec.com

Critical Power

Tél. 01 45 14 63 70
Fax 01 48 77 31 12
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 01 45 14 63 40
Fax 01 48 75 50 61

ROUEN

(14 - 27 - 50 - 61 - 76)
155 rue Louis Blériot
76230 Bois-Guillaume
info.rouen@socomec.com

Critical Power

Tél. 02 40 72 94 70
Fax 02 28 01 20 84
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 02 35 61 15 15
Fax 02 35 60 10 44

STRASBOURG

(25 - 67 - 68 - 70 - 90)
1, rue de Westhouse
67230 Benfeld
info.strasbourg@socomec.com

Critical Power

Tél. 03 88 57 45 50
Fax 03 88 57 45 69
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 03 88 57 41 30
Fax 03 88 57 42 78

TOULOUSE

(09 - 11 - 12 - 15 - 19 - 23 - 31 - 32 - 34 - 46 -
48 - 65 - 66 - 81 - 82 - 87)
Rue Guglielmo Marconi - Z.A. Triasis
31140 Launaguet
info.toulouse@socomec.com

Critical Power

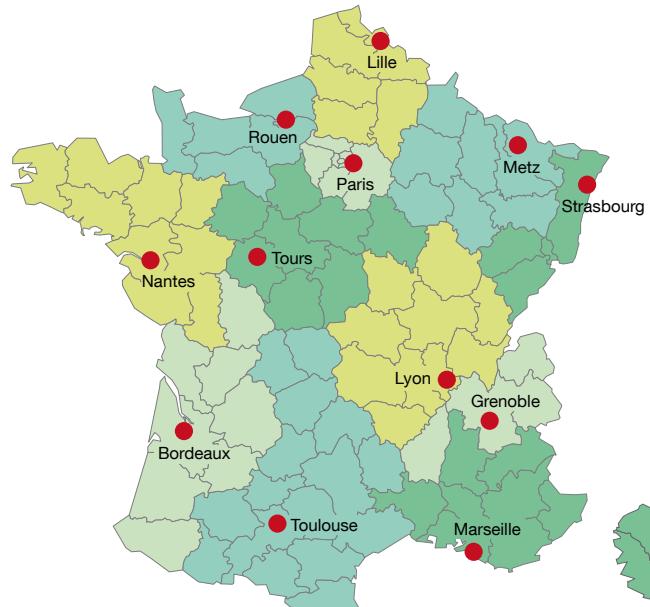
Tél. 05 62 89 26 26
Fax 05 62 89 26 17
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 05 62 89 26 10
Fax 05 62 89 26 19

TOURS

(18 - 28 - 36 - 37 - 41 - 45 - 72 - 89)
La Milletière - 7 allée Colette Duval
37100 Tours
info.tours@socomec.com

Critical Power

Tél. 01 45 14 63 70
Fax 01 48 77 31 12
Power Control & Safety / Energy Efficiency
Tél. 02 47 41 64 84
Fax 02 47 41 94 92



SIÈGE SOCIAL

GROUPE SOCOMECA

SAS SOCOMECA au capital de 10 686 000 €
R.C.S. Strasbourg B 548 500 149
B.P. 60010 - 1, rue de Westhouse
F-67235 Benfeld Cedex - FRANCE
Tél.+33 3 88 57 41 41
Fax +33 3 88 74 08 00
info.scp.lsd@socomec.com

www.socomec.fr

your energy
our expertise



ENERGY
SPECIALIST
1922

socomec
Innovative Power Solutions