Énergies renouvelables **photovoltaïques**



optec
l'energie se mesure

Table des matières

La production d’énergie au fil du temps	3
Mesures de protection et exigences normatives	4
Type de réseau : système IT	7
Défi : recherche des défauts d’isolation	8
Produits pour applications photovoltaïques	10
La fiabilité commence avec Optec	12

Conditions préalables à un réseau électrique stable et fiable

Le développement de la science et de la technologie a toujours eu une grande influence sur le mode de production d'énergie. Ainsi, les turbines hydrauliques ont d'abord été utilisées pour produire de l'énergie, puis les premières centrales à combustibles fossiles ont suivi. En 1882, la première centrale à charbon, développée par Thomas Alva Edison, a été mise en service. Ce type de production d'énergie flexible et largement indépendante a constitué une étape importante. Avec le développement des processus industriels, des générateurs décentralisés basés sur des technologies de combustion telles que le pétrole ou le gaz ont fait leur apparition. Parallèlement, la production d'électricité à partir de combustibles nucléaires a été encouragée. La production et le stockage d'énergies renouvelables telles que le photovoltaïque, l'énergie éolienne et l'hydrogène ont ensuite constitué la première alternative durable.

Des installations de production d'énergie hautement disponibles sont indispensables pour garantir la stabilité et la fiabilité du réseau électrique. Elles reposent sur des composants de haute qualité et une gestion automatisée des escalades en cas de panne. Une surveillance efficace de l'isolation permet par exemple de détecter à temps les défauts dans l'installation électrique. Pour localiser le défaut le plus rapidement possible, un tel dispositif peut également être combiné à un système de recherche automatique des défauts. Cela permet d'éviter les incendies potentiels dus à des défauts d'isolation et d'augmenter la sécurité lors de la production d'énergie. Les produits et solutions de Bender pour l'analyse préventive du niveau d'isolation des installations électriques contribuent à la production d'énergie à l'épreuve des pannes de demain.

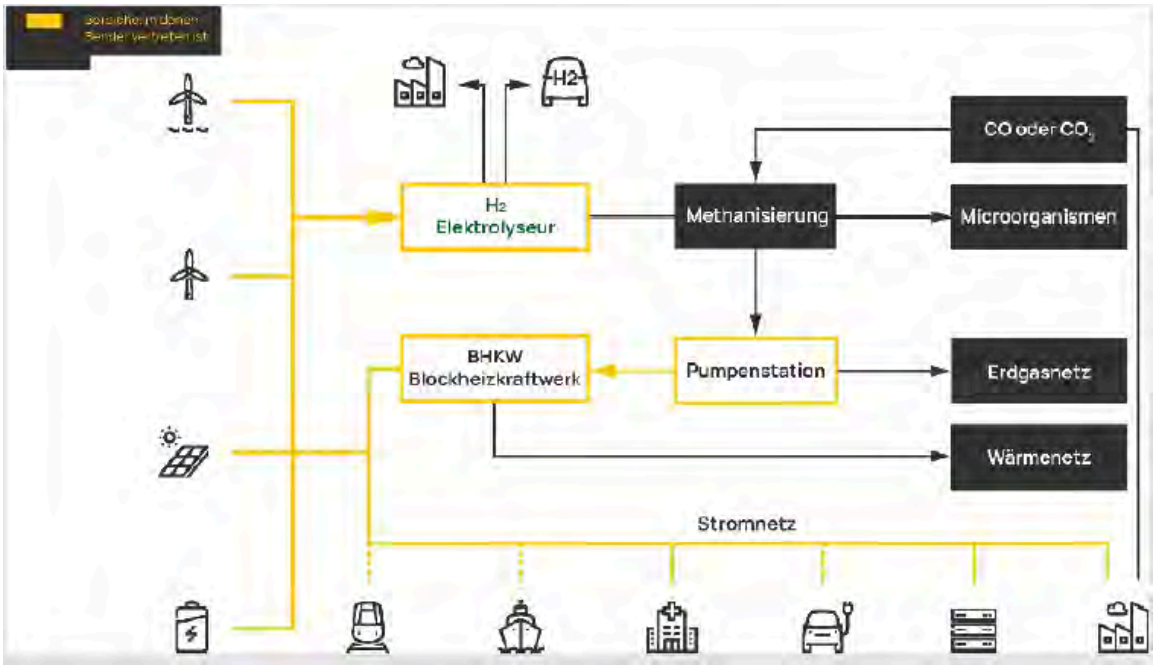


Image 1 : Production et utilisation d'énergie renouvelable

Mesures de protection et exigences normatives



Les installations photovoltaïques constituent une particularité en termes de sécurité électrique et de mesures d'urgence correspondantes, car la mesure de protection « coupure automatique » ne peut pas être appliquée aux installations PV. Les générateurs photovoltaïques produisent de l'énergie électrique en continu pendant la journée et ne sont pratiquement hors tension que dans l'obscurité. Ainsi, la seule option restante est la « double isolation renforcée » conformément à la partie 412 de la norme DIN VDE 0100-410 (CEI 60364-4-41) dans le Lien avec une surveillance permanente de l'installation, car la section 412.1.2 stipule notamment ce qui suit :

> *« Dans les cas où cette mesure de protection est appliquée comme seule mesure de protection (par exemple, lorsqu'il est prévu d'utiliser uniquement des équipements à double isolation ou à isolation renforcée pour un circuit électrique ou une partie d'une installation), il faut prouver que des mesures efficaces sont prises, par exemple une surveillance efficace, afin qu'aucune modification susceptible de compromettre l'efficacité de cette mesure de protection ne puisse être effectuée. »*

Les appareils modernes de surveillance de l'isolement de la série ISOME-TER® de Bender permettent de mesurer et de visualiser l'évolution de la résistance d'isolement dans le temps, car malgré les tests approfondis effectués lors de l'homologation de type Modules photovoltaïques issus des normes de sécurité de base et de la norme d'installation DIN VDE 0100-712 (CEI 60364-7-712) « Installation d'équipements à basse tension – Partie 7-712 : Exigences relatives aux sites d'exploitation, locaux et installations de type particulier – Systèmes d'alimentation électrique photovoltaïques (PV) », de nouvelles connaissances sur les points faibles dangereux lors de l'installation et du fonctionnement continu des installations photovoltaïques sont régulièrement mises en évidence (figures 2 et 3). Grâce à la surveillance métrologique, l'exploitant dispose d'une longueur d'avance en matière d'information avant qu'un état critique ne soit atteint (figure 4).



Image 2 : Boîtier de raccordement brûlé en raison de contacts corrodés



Image 3 : Isolation détruite

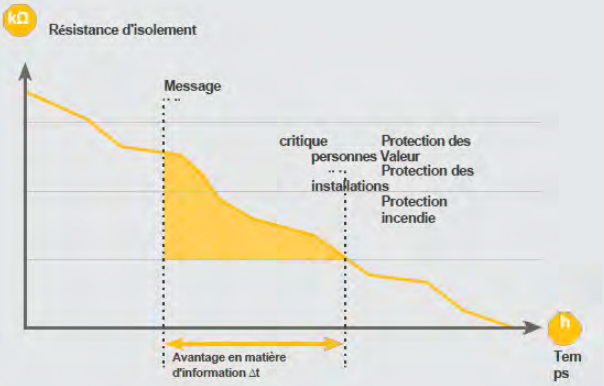
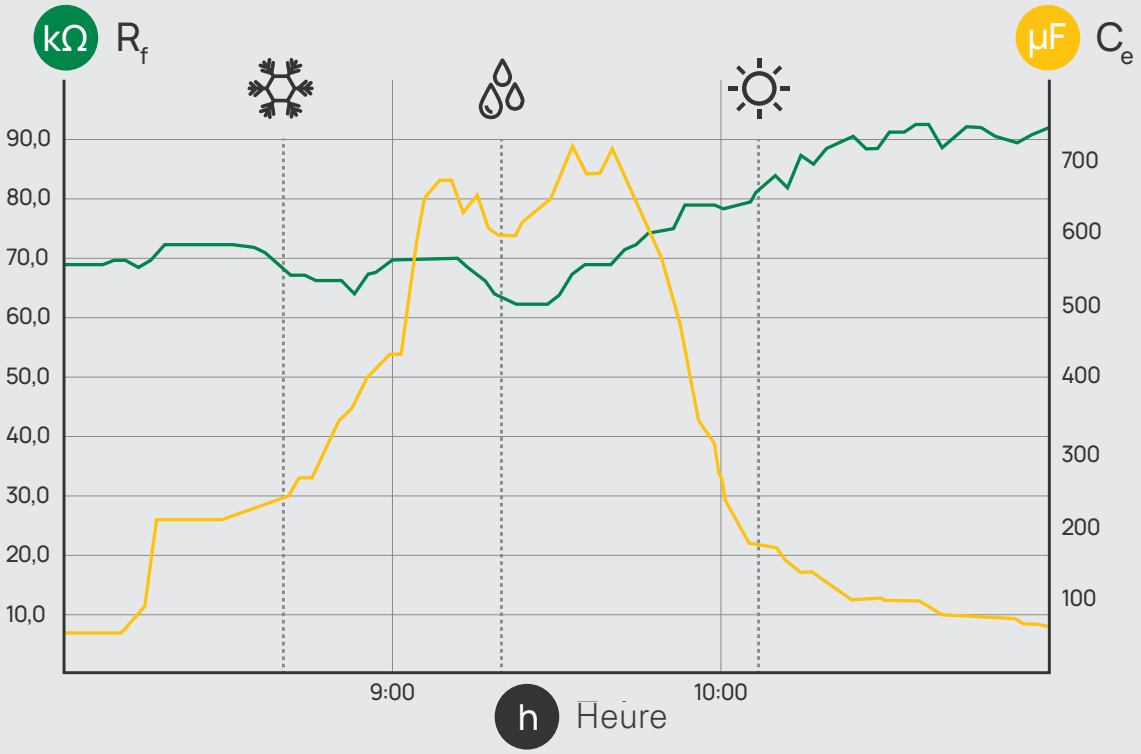


Image 4 : Modification de la valeur d'isolation

EXEMPLE PRATIQUE :

Dans une installation PV de 15 MW nouvellement construite, composée de plusieurs chaînes comprenant chacune Puissance de 1,7 MW, l'humidité matinale a multiplié par 10 la capacité de dérivation Ce des brins et réduit parallèlement la résistance d'isolement Rf de 30 %. Si l'on part du principe que les processus de vieillissement sous forme d'usure des matériaux auront à l'avenir une influence négative supplémentaire sur la valeur d'isolement, des valeurs critiques peuvent être atteintes très rapidement.



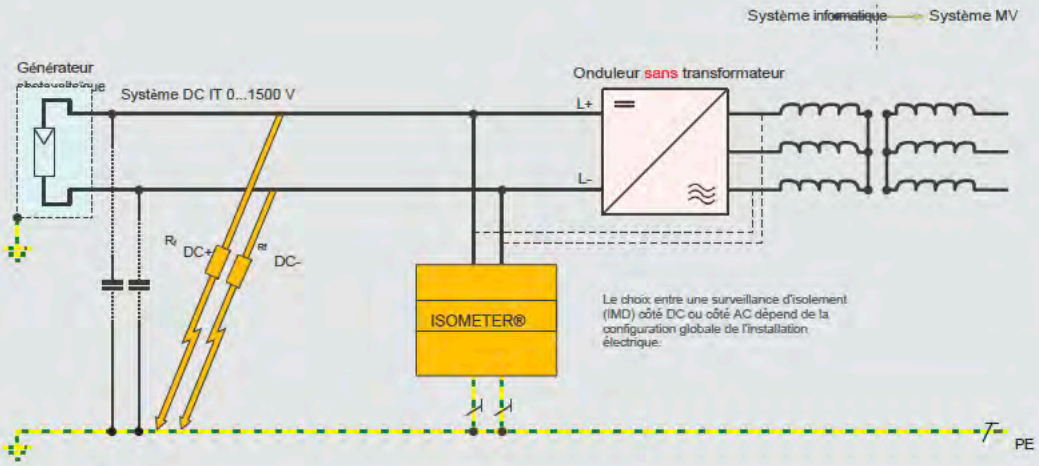


Figure 5 : Onduleur **sans** transformateur

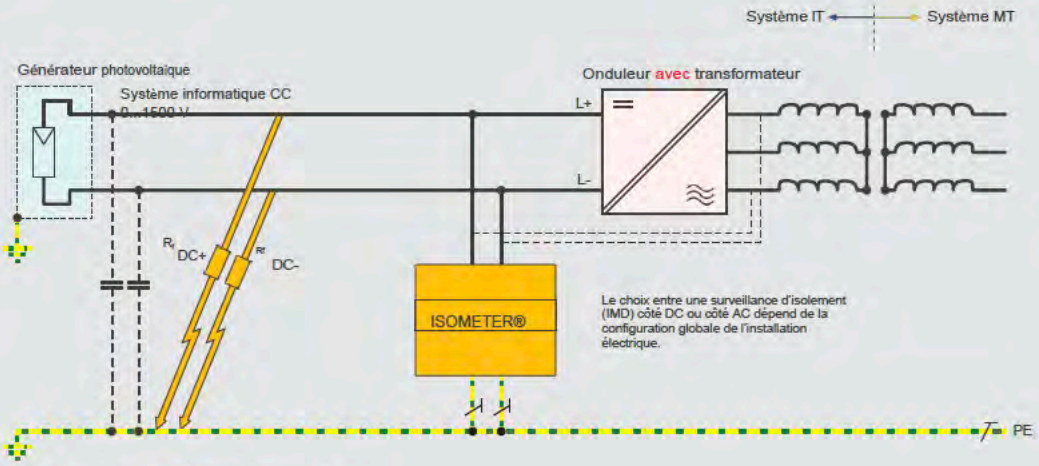


Figure 6 : Onduleur **avec** transformateur

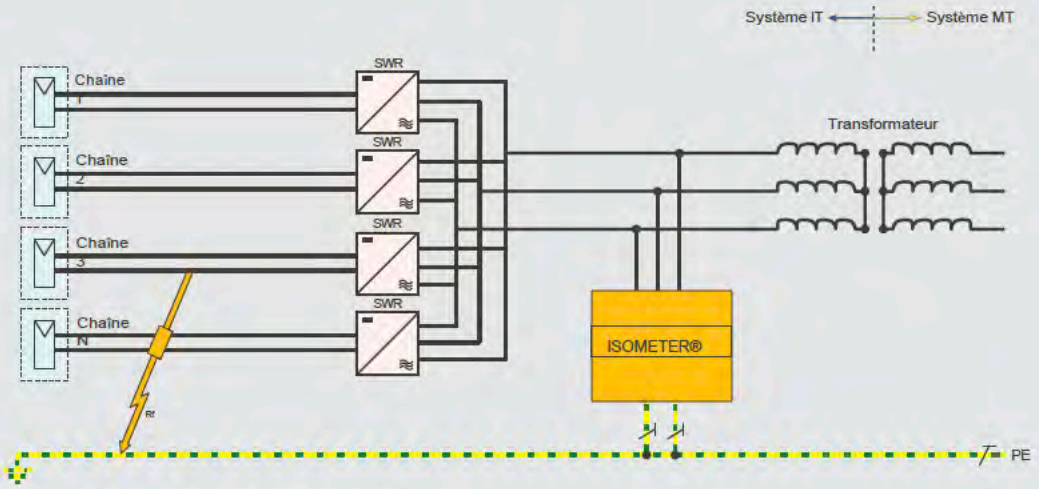


Figure 7 : Onduleurs de chaîne décentralisés (SWR)

Type de réseau : exigences normatives du système IT

Les installations photovoltaïques sont généralement construites sous forme de réseau IT (Isolé Terre ; aucune connexion galvanique des conducteurs actifs à la terre). Les raisons en sont à la fois la simplicité du câblage et la disponibilité plus élevée, car dans les réseaux IT, le premier défaut ne doit pas nécessairement entraîner une coupure ou une interruption. Les installations photovoltaïques de grande envergure, de l'ordre de plusieurs mégawatts [MW], sont divisées en chaînes individuelles. Ces chaînes sont équipées d'onduleurs de chaîne individuels (figure 7) ou sont raccordées à un onduleur central (figure 8). En général, les onduleurs sont conçus avec ou sans transformateur, en fonction de la puissance et de l'application (figures 5 et 6). Lorsque l'ensoleillement est suffisant, une mesure d'isolation de courte durée est effectuée à l'intérieur des onduleurs de chaîne, puis le système passe en « mode réseau ». Le réseau IT s'étend désormais des panneaux photovoltaïques à l'enroulement secondaire du transformateur. Un contrôleur d'isolement central (IMD), comme illustré sur les figures 7 et 8, surveille le niveau d'isolement de l'ensemble du réseau IT en « mode réseau ».

PID - DÉGRADATION INDUITE PAR LE POTENTIEL

L'effet PID sur les modules photovoltaïques à cellules cristallines en silicium entraîne une diminution progressive de la puissance (dégradation) qui, au fil du temps, peut atteindre des valeurs critiques et réduire considérablement le rendement. La contre-mesure connue consistant à augmenter le potentiel du générateur photovoltaïque après le coucher du soleil n'est pas en contradiction avec une surveillance centralisée de l'isolation au moyen d'un IMD, car l'onduleur n'est plus en service sur le réseau à ce moment-là.

PROCÉDÉ DE MESURE COMPLEXE

Les câbles conducteurs du système IT constituent une sorte de condensateur par rapport au potentiel de terre PE. La capacité de dérivation du réseau Ce qui en résulte et les propriétés capacitives des panneaux photovoltaïques génèrent un courant de dérivation du réseau. Celui-ci est fortement influencé par la surface totale [m2] et par l'humidité de l'installation. Les appareils de mesure d'isolement ISOMETER® de Bender utilisent un procédé de mesure breveté et s'adaptent à l'état de l'installation pour déterminer la résistance d'isolement Rf.

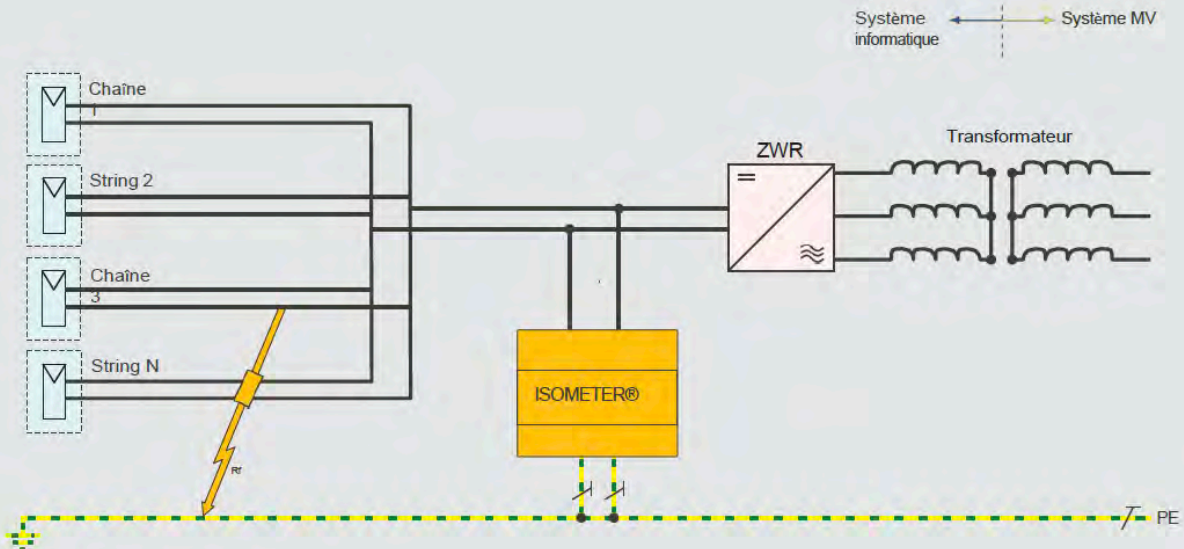


Figure 8 : Onduleur central (ZWR)

Détection des défauts d'isolation

Dans les installations photovoltaïques de grande envergure d'une puissance de plusieurs mégawatts [MW], la recherche d'un défaut d'isolation peut s'avérer très difficile. En mesurant les tensions des chaînes, des techniciens qualifiés peuvent certes analyser l'ensemble de l'installation photovoltaïque étape par étape et identifier la chaîne concernée, mais la localisation du défaut au sein de la chaîne n'est généralement possible qu'en coupant les câbles de connexion et en débranchant les connecteurs. Cela peut entraîner des situations dangereuses qui vont à l'encontre des cinq règles de sécurité de l'électrotechnique.

EDS - SYSTÈME DE DÉTECTION DE DÉFAUT À LA TERRE

Un procédé de mesure automatisé pour la localisation des défauts (IFLS) peut augmenter considérablement la disponibilité de l'installation photovoltaïque. La localisation automatisée des défauts doit être prise en compte dès la phase de planification. Bender propose une solution optimale à cet effet. Alors que l'ISOMETER® surveille le niveau d'isolation de l'installation photovoltaïque à l'aide du procédé de mesure AMP, les défauts d'isolation détectés peuvent être rapidement localisés grâce à la série d'appareils ISOSCAN®. Des transformateurs appropriés identifient rapidement la chaîne concernée. Les solutions Bender vous permettent de maintenir la disponibilité de votre installation à un niveau élevé.

MISE À L'ÉCHELLE DES CAPTEURS

Outre les aspects liés à la sécurité électrique, le retour sur investissement (ROI) est également au centre des préoccupations dans le domaine des installations photovoltaïques. C'est pourquoi Bender propose un système de recherche d'erreurs à coût optimisé sous forme de pinces de mesure (figures 9, 10 et 11). Pour que les pinces de mesure puissent détecter le courant d'essai, l'appareil de surveillance d'isolement ISOMETER® doit être équipé en usine d'un générateur de courant d'essai intégré (marquage P). Si ce n'est pas le cas, un ISOMETER® avec générateur de courant d'essai peut également être utilisé ultérieurement pour la recherche temporaire de défauts. Les bornes enfichables permettent d'intervenir très facilement sans enfreindre les cinq règles de sécurité.

LES CINQ RÈGLES DE SÉCURITÉ :

- Mise hors tension
- Sécuriser contre la remise en marche
- Vérifier l'absence de tension
- Mettre à la terre et court-circuiter
- Couvrir ou barricader les parties voisines de l'installation sous tension



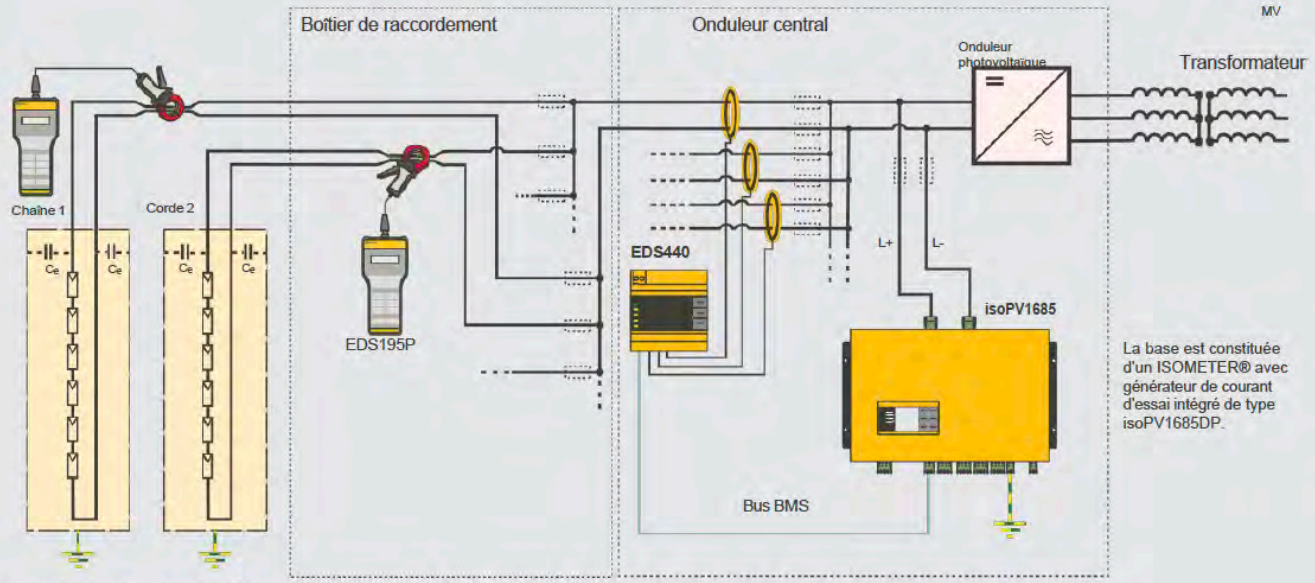


Figure 9 : Recherche de défauts d'isolation à l'aide de transformateurs de courant fixes et/ou de pinces de mesure mobiles.

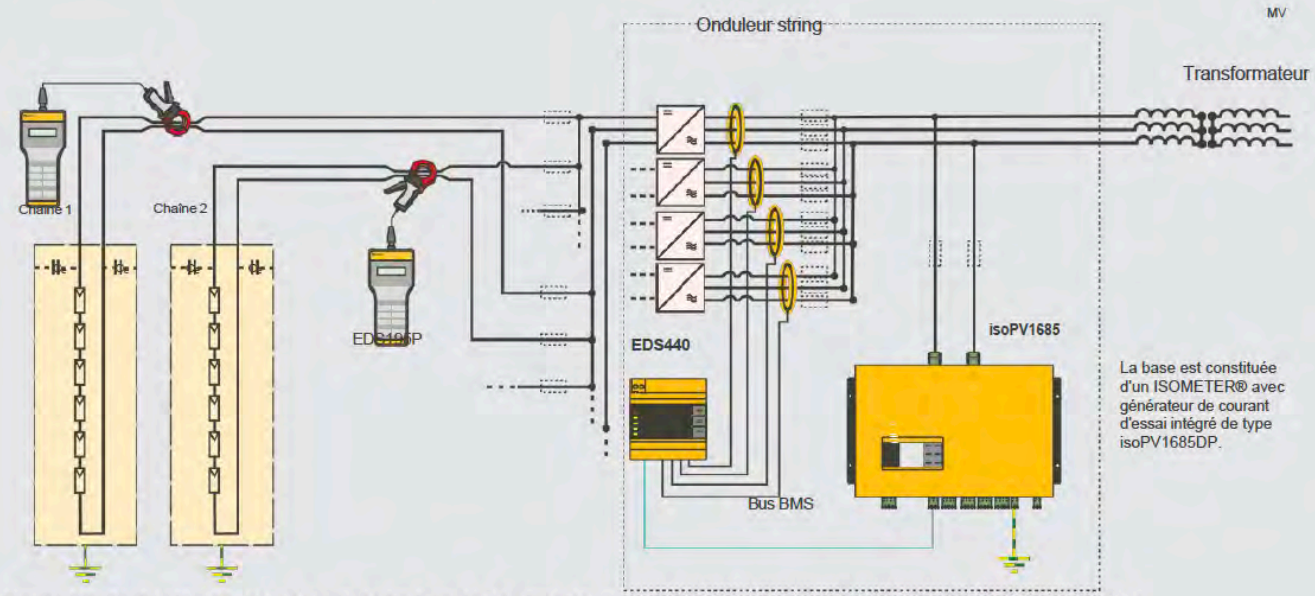


Figure 10 : Recherche de défauts d'isolation à l'aide de transformateurs de courant fixes et/ou de pinces de mesure mobiles.



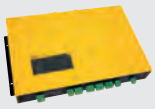
Image 11 : Pince de mesure mobile

Produits pour applications photovoltaïques à isolation thermique

ISOSCAN®		
Produit		
	ISOSCAN® EDS440-L-4	**IOM441-S**
Tension nominale du réseau U_N	CA 0...1000 V CC 0...1500 V	—
Tension d'alimentation	CA/CC 24…240 V	DC 24 V
Nombre de canaux de mesure	12	—
Valeur de réponse $I_{\Delta L}$	2…10 mA	—
Écran	LED d'état	LED de fonctionnement
Modbus	—	—
BMS	✓	—
isoData	✓	—
Référence	B91080202	B95012057

TRANSFORMATEUR DE COURANT DE MESURE POUR EDS440			
	Diamètre intérieur [mm]	Type	Référence
rond	20	CTAC20	B98110005
	35	CTAC35	B98110007
	60	CTAC60	B98110017
	120	CTAC120	B98110019
	210	CTAC210	B98110020
	20x30	WS20x30	B98080601
divisible	50x80	WS50x80	B98080603
	80x120	WS80x120	B98080606

			
	EDS3090 / EDS195PM	**PSA3020**	**PSA3052**
Courant d'évaluation $I_{\Delta L}$	0,2…50 mA	—	—
Valeur de réponse $I_{\Delta N}$	0,2…1 oder 2…10 mA	—	—
Affichage	3 x 16 caractères	—	—
Diamètre	—	20 mm	52 mm
Longueur du câble	—	2 m	2 m
Référence	B91082026	B91082026	B91082026
Contenu de la livraison	EDS195PM incl. PSA3020 + PSA3052	PSA3020 incl. EDS195PM + PSA3052	PSA3052 incl. EDS195PM + PSA3020

ISOMETER®			
			
	ISOMETER® isoPV425 + AGH420	**ISOMETER® isoPV1685RTU**	**ISOMETER® isoPV1685DP**
Tension secteur	CA 0…690 V CC 0…1000 V	CA 0…1000 V CC 0…1500 V	CA 0…1000 V CC 0…1500 V
Tension d'alimentation	CA 100…240 V CC 24…240 V	CC 24 V	CC 24 V
Capacité de dérivation du réseau C_e	≤ 500 µF (pour ≥ 300 kΩ) ≤ 1000 µF (pour ≤ 300 kΩ)	≤ 2000 µF	≤ 4000 µF
Valeur de réponse R	1…990 kΩ	0,2…990 kΩ	0,2…990 kΩ
Écran	✓	Status-LEDs	✓
Générateur de courant d'essai	—	—	Générateur de courant d'essai
Modbus	RTU	RTU	RTU
BMS	✓	✓	✓
isoData	✓	✓	✓
Référence	B9036303	B91065603	B91065808



La fiabilité commence avec Optec.

POUR QUE VOS SYSTÈMES FONCTIONNENT DE MANIÈRE FIABLE.

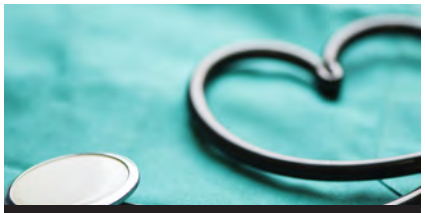
Aujourd'hui, l'électricité est le poumon de toute infrastructure moderne. Qu'il s'agisse d'un hôpital, d'un tunnel, d'un téléphérique ou d'une salle de serveurs : sans électricité, tout s'arrête. Notre mission est de rendre cette alimentation électrique fiable et sûre.

NOUS PROTÉGEONS LES PERSONNES, LES INSTALLATIONS ET LES INVESTISSEMENTS.

Nos solutions garantissent une distribution électrique sûre et une détection précoce des défauts. Nous évitons ainsi les pannes, les dommages et les coûts élevés qui en découlent, tout en assurant la sécurité des personnes et des systèmes.

UNE TECHNOLOGIE POUR LES SECTEURS EXIGEANTS.

Nos systèmes sont utilisés partout où les coupures de courant sont inacceptables. Par exemple dans :



Santé



Centre de données



Centrales électriques



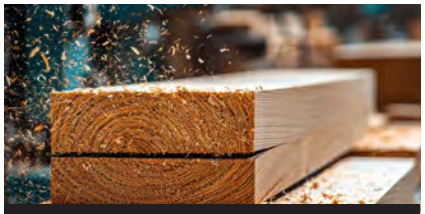
Énergies renouvelables



Remontées mécaniques



Hôtellerie et restauration



Industrie du bois



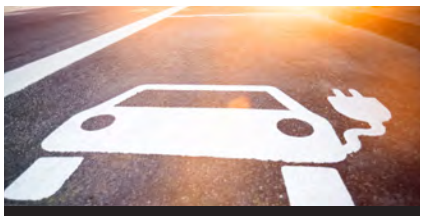
Industrie et construction mécanique



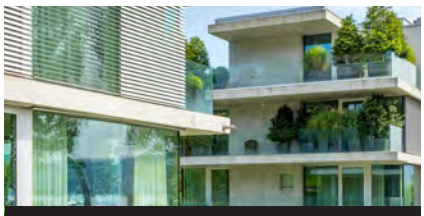
Chimie et pharmacie



Transport et logistique



Électromobilité



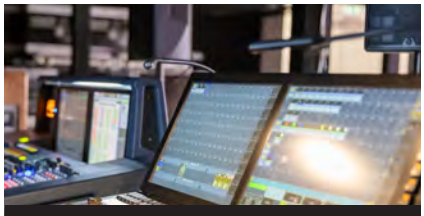
Administration et immobilier



Industrie agroalimentaire



Banques, assurances et secteur public



Technique de studio et d'événementiel

L’énergie est mesurable.

La satisfaction des clients aussi.

Contactez-nous

Optec AG

Guyer-Zeller-Strasse 14
CH-8620 Wetzikon ZH

+41 44 933 07 70
info@optec.ch
www.optec.ch

0110_Photovoltaik_fr / 2025 /
© Optec AG - Sous réserve de modifications!
Nousdéclinons toute responsabilité quant à l’exactitude, l’exhaustivité ou l’actualité des informations contenues dans cette brochure.

optec