

IRVE AC et DC

Composants et contexte normatif



Cette note technique est la suite de la formation sur la gamme EVCI, et a pour vocation d'apporter un éclairage sur les enjeux actuels de ce segment d'application, tout en proposant des solutions concrètes destinées aux fabricants et installateurs de bornes de recharge AC et DC.

Les replays de la formation EVCI sont disponibles via ce lien : [Formations IRVE/EVCI](#).

Vocabulaire technique

IRVE: Infrastructure de Recharge pour Véhicule Electrique

EVCI: Electrical Vehicle Charging Infrastructure

MID: Measuring Instruments Directive (un produit certifié MID est nécessaire dans les applications de facturation)

Avant-propos : Socomec & IRVE

Chez Socomec, notre mission est d'accompagner les fabricants et installateurs de bornes de recharge AC et DC en leur fournissant des produits fiables, performants et conformes aux normes IRVE.

Le marché des bornes de recharge connaît une croissance spectaculaire: en 2021, on comptait environ 400 000 bornes AC, et les projections annoncent plus de 3,3 millions d'unités d'ici 2027 (côté DC on comptait 160 000 bornes en 2021, 340 000 sont prévues en 2027).

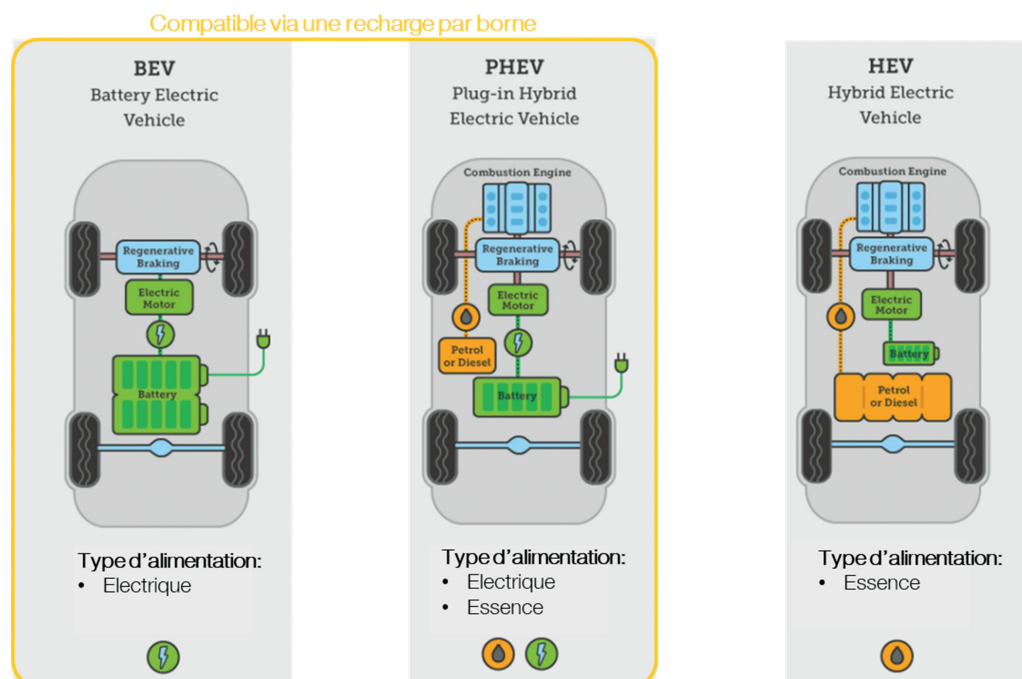
Cette évolution traduit un besoin urgent de produits fiables et innovants, capables de répondre aux défis techniques et réglementaires de ce segment.

Contents

Vocabulaire technique	2
Avant-propos : Socomec & IRVE	2
Les types de véhicules compatibles avec les bornes de recharge.....	4
BEV – Battery Electric Vehicle.....	4
PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle	4
Les différents modes de recharge	5
Mode 1.....	5
Mode 2.....	5
Mode 3.....	5
Mode 4.....	6
Les différents types de protection différentielle	6
Type A.....	6
Type B	8
Gestion de l'énergie.....	9
Surveillance de l'isolement.....	10
Bornes de recharge AC	11
Bornes de recharge DC.....	11
Les solutions Socomec en résumé.....	11
Conclusion	12

Les types de véhicules compatibles avec les bornes de recharge

Les IRVE sont conçues pour alimenter principalement deux catégories de véhicules :



BEV – Battery Electric Vehicle

Les BEV, ou véhicules 100 % électriques, fonctionnent exclusivement grâce à une batterie rechargeable. Ils ne disposent d'aucun moteur thermique et nécessitent une recharge régulière pour assurer leur autonomie. Ces véhicules sont les plus adaptés aux bornes de recharge, qu'elles soient AC (courant alternatif) ou DC (courant continu), et peuvent exploiter des puissances élevées pour réduire le temps de charge, notamment sur les bornes rapides en [Mode 4 \(cf. p.6\)](#).

PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle

Les PHEV combinent un moteur thermique (essence ou diesel) et une batterie rechargeable. Ils peuvent rouler en mode électrique sur des distances limitées, généralement entre 30 et 80 km, avant de basculer sur le moteur thermique. Les bornes AC sont souvent suffisantes pour recharger la batterie d'un PHEV, car la capacité est plus faible que celle d'un BEV. Toutefois, certains modèles acceptent également la recharge DC, bien que cela reste moins courant.

* Uptime Institute study (2020).

Battery Electric Vehicle

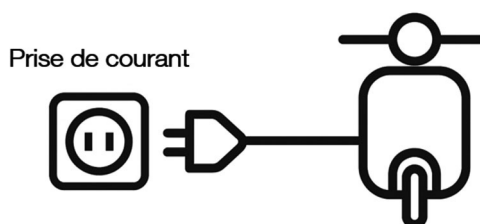
Plug-in Hybrid Electric Vehicle

Les différents modes de recharge

On distingue plusieurs modes de recharge des véhicules électriques, définis par la norme IEC 61851-1. Ils se différencient par le type de courant fourni et le niveau de sécurité associé.

Mode 1

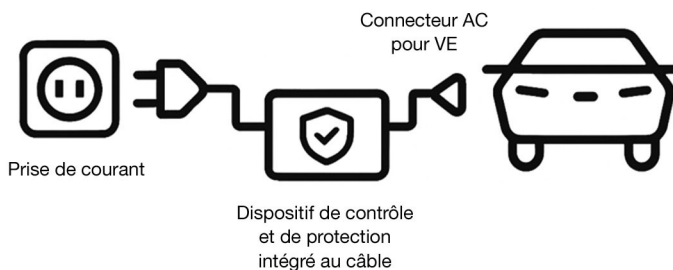
Il s'agit du mode de recharge le plus simple. Il utilise un câble unique branché sur une prise domestique pour alimenter directement le véhicule électrique. Principalement destiné aux vélos et scooters électriques. Comme il n'y a aucune communication entre le véhicule et la prise, ce mode est jugé peu sûr et est interdit ou limité dans de nombreux pays.



!
Ce mode est jugé peu sûr et est interdit ou limité dans de nombreux pays.

Mode 2

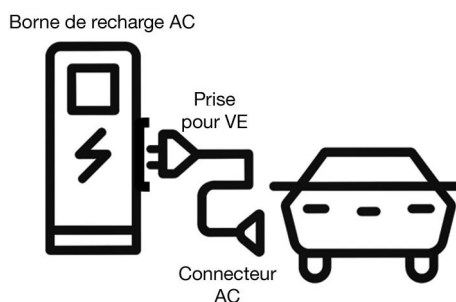
Le mode 2 utilise un câble spécial équipé d'un dispositif intégré de contrôle et de protection. Ce dispositif améliore la sécurité par rapport au mode 1 en surveillant la mise à la terre, en protégeant contre les surintensités et les surchauffes, et en détectant la connexion avec le véhicule. Il adapte la charge en fonction des besoins du véhicule.



👍
Ce mode adapte la charge en fonction des besoins du véhicule.

Mode 3

Ce mode repose sur une borne de recharge dédiée. Il accepte l'alimentation en courant alternatif monophasé ou triphasé, dispose d'une protection différentielle (DDR) et assure un haut niveau de sécurité. Très répandu dans les installations domestiques et publiques. Il offre une puissance de charge plus élevée que les modes 1 et 2. Le câble de recharge n'est pas fixé à la borne de recharge.



👍
Ce mode offre une puissance de charge plus élevée que les modes 1 et 2.

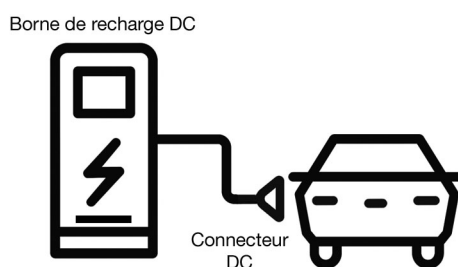
Les différents modes de recharge (suite)

Mode 4

Le mode 4 correspond à la recharge rapide en courant continu. Le chargeur envoie directement l'énergie DC dans la batterie. Ce mode permet une recharge très rapide mais exige des dispositifs de sécurité avancés et une communication constante entre la borne et le véhicule.



Ce mode permet une recharge très rapide.



Pour résumer, le choix du mode de recharge dépend du type de véhicule, du contexte d'utilisation et des exigences en matière de puissance et de sécurité. Cette classification constitue la base des IRVE actuelles et oriente les évolutions technologiques pour répondre aux attentes croissantes en matière de rapidité, fiabilité et conformité.

Les différents types de protection différentielle

Selon la norme IEC 61851-1, il y a deux types de protection différentielle A et B.

Type A

Les dispositifs de type A sont conçus pour détecter les courants de défaut alternatifs sinusoïdaux ainsi que les courants continus pulsatoires pouvant apparaître dans des équipements électroniques monophasés (ex. plaques de cuisson, lave-linge, bornes de recharge AC).

Ils déclenchent en présence de ces formes d'onde, mais ne tolèrent pas un courant continu pur supérieur à 6 mA. C'est pourquoi, dans le cadre de la norme IEC 61851-1 pour les bornes Mode 3, l'utilisation d'un type A doit être complétée par un dispositif de détection de courant continu (DD-CDC) calibré à 6 mA, afin d'éviter toute perte de sensibilité en cas de fuite DC.

Les différents types de protection différentielle

Les solutions Socomec

RESYS N40



Le **RESYS N40** est un dispositif différentiel résiduel (DDR) de type A, certifié conforme à la norme IEC 60947-2, annexe M. Cette certification garantit qu'il peut **assurer la protection des personnes et des biens**, contrairement aux DDR non conformes à l'annexe M qui ne couvrent que la protection des biens.

Il est équipé de deux sorties relais, permettant de piloter des dispositifs de signalisation visuelle ou sonore. L'usage principal de ces relais est d'actionner la bobine MX d'un disjoncteur afin de provoquer son déclenchement.

DD-CDC

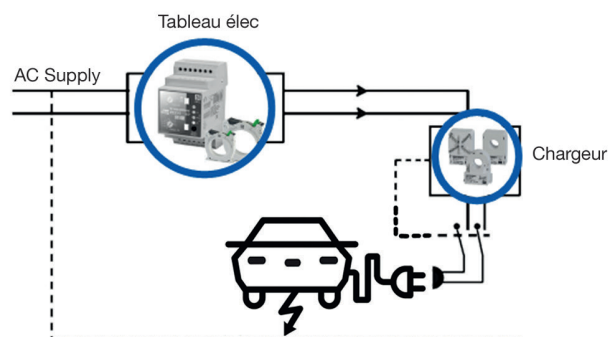


Le **DD-CDC** (détection de courant continu résiduel) est un composant de sécurité spécifiquement conçu pour les bornes AC (mode 3). Il mesure des courants de fuite continu et déclenche à 6mA. Au-delà de ce seuil, un disjoncteur différentiel de type A peut saturer magnétiquement et ne plus détecter les courants de fuites AC. Le rôle du DD-CDC est donc de détecter en amont ces fuites de DC et de déclencher une interruption de l'alimentation pour préserver le différentiel principal.

La norme IEC 61851-1 impose qu'en mode 3, chaque chargeur soit protégé soit par une protection différentielle de type B (30 mA), soit par une protection différentielle de type A (30 mA) complété d'un DD-CDC de 6 mA. En d'autres termes, si on n'utilise pas un différentiel type B, on doit ajouter un capteur DD-CDC en série avec un différentiel type A pour détecter les courants DC.

A noter qu'il existe une norme dédiée (IEC 62955:2018) pour ces dispositifs DD-CDC, spécifiant notamment le seuil fixe de 6 mA DC.

Opter pour la combinaison Type A + DD-CDC est généralement beaucoup plus économique que d'installer un différentiel Type B. Même en ajoutant le capteur et le différentiel type A, on reste environ à moitié prix de la solution type B.

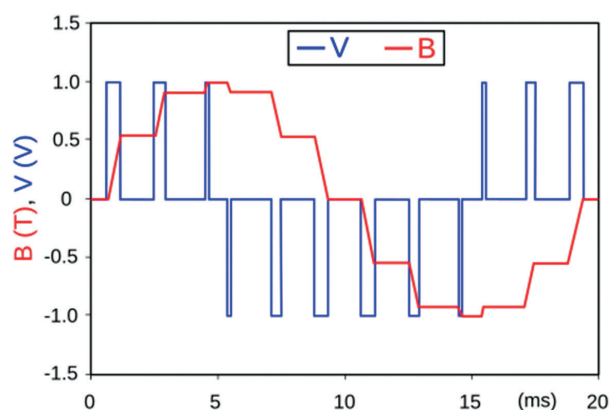


La fonction PWM (Pulse Width Modulation)

La communication en PWM utilisée par le DD-CDC consiste à transmettre des informations sous forme d'impulsions électriques dont la largeur varie en fonction des données à envoyer.

Contrairement à une communication analogique continue, le signal PWM est numérique (0 ou 1), mais sa durée d'activation dans chaque cycle encode la valeur ou l'état à communiquer. Ce principe permet une transmission simple et robuste, particulièrement adaptée aux environnements électriques des bornes de recharge, où les interférences peuvent être importantes.

Dans le cas du DD-CDC, la modulation PWM sert à indiquer l'état du dispositif (présence d'un courant continu résiduel, seuil dépassé, déclenchement) à la borne ou à l'automate, garantissant une réaction rapide et fiable pour la sécurité de l'installation.



Les différents types de protection différentielle (suite)

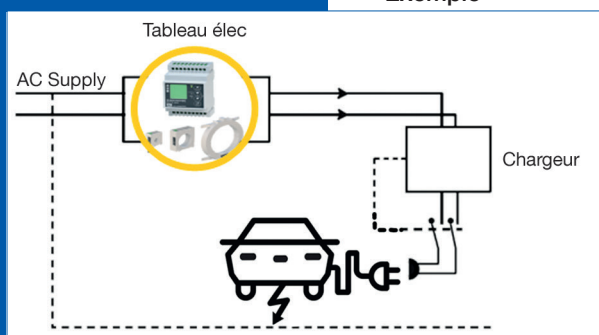
Type B

Un disjoncteur différentiel de type B détecte tous les courants de défaut : alternatif sinusoïdal, continu lissé et haute fréquence. Il constitue la protection la plus complète pour les bornes de recharge en mode 3, car il couvre également les fuites de courant continu pur, contrairement au type A limité aux défauts en courant alternatif et aux composantes pulsées. Cette capacité le rend indispensable lorsque le véhicule ou l'électronique de puissance peut injecter du courant continu dans le réseau.

La norme IEC 61851-1 impose, pour les installations en mode 3, soit un dispositif de type B, soit un type A associé à un détecteur de courant continu (DD-CDC) de 6 mA. Pour des raisons économiques, de nombreux fabricants privilégient la solution type A + DD-CDC. Cependant, le type B reste obligatoire dans certaines configurations, par exemple lorsque la longueur du câble ou la conception de l'installation ne permet pas d'ajouter un DD-CDC, ou lorsque l'on souhaite une protection unique et universelle.

Conforme à la norme IEC 60947-2 – Annexe M, le type B garantit une coupure dans les délais prescrits, condition essentielle pour la protection des personnes et des biens. Les dispositifs qui ne respectent pas cette annexe ne peuvent être utilisés à cet effet. À noter que les bornes en mode 4 (DC) ne sont pas concernées par cette exigence côté AC, car la conversion AC/DC est isolée et empêche toute injection de courant continu dans le réseau.

Exemple



Une borne AC publique de 22 kW est installée sur le parking d'un immeuble, à 200 mètres du tableau général basse tension (TGBT). Cette distance implique un câble d'alimentation long et de section importante. Dans ce câble, des courants de fuite capacitifs importants peuvent apparaître, ainsi que des fuites provenant du véhicule électrique. Un capteur DD-CDC 6 mA pourrait être inopérant dans ce contexte, à cause du risque de déclenchements intempestifs.

La solution, installer en tête de cette borne un disjoncteur différentiel Type B 30 mA qui, lui, tolérera mieux les fuites haute fréquence et détectera tout courant continu résiduel anormal jusqu'à 30 mA.

La solution Socomec

RESYS B40



Le RESYS B40 est un relais différentiel de Type B intelligent qui va au-delà de la simple détection de fuite. En plus de la détection AC/DC dès **30 mA**. Ce relais est conforme à l'IEC 60947-2-Annexe, et peut donc assurer la **protection des personnes et des biens**.

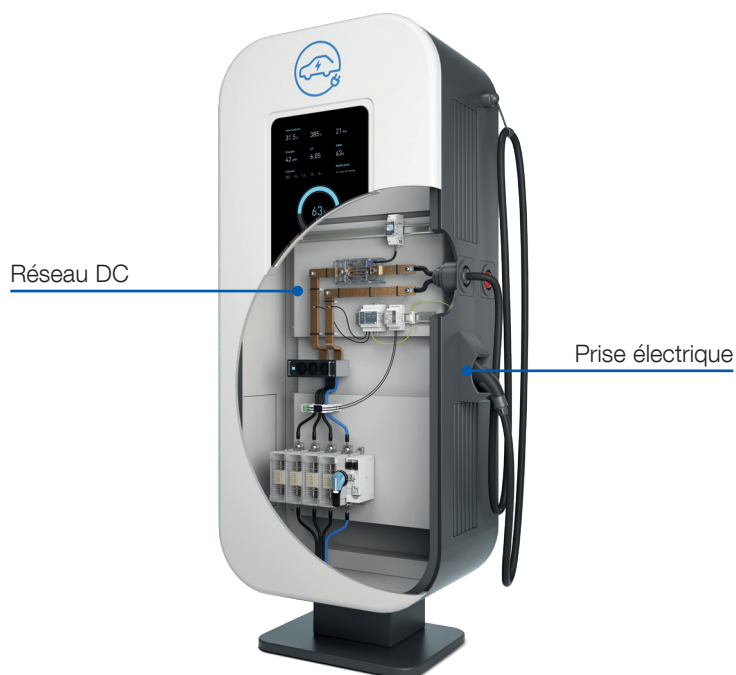
Le RESYS B40 offre une analyse spectrale des courants de fuite. Il mesure les THD du courant résiduel AC et enregistre les événements. En effet, chaque type de charge non linéaire déforme la forme d'onde du courant de manière spécifique. En analysant le spectre harmonique on peut remonter au type de source. Par exemple, une fuite majoritairement en 150 Hz pourrait indiquer une alimentation à découpage défectueuse, tandis qu'une composante à 50 Hz pointe plutôt vers un défaut d'isolement classique.

Le RESYS B40 permet d'analyser le spectre harmonique, ce qui aide l'exploitant lors de la maintenance à diagnostiquer rapidement quel élément cause le déclenchement.

Rang harmonique dominant	Type de produit générateur
3	Éclairage LED, informatique, alimentation à découpage
5, 7	Variateurs de fréquence, moteurs à vitesse variable
9, 11, 13	Onduleurs, convertisseurs, redresseurs à diodes
15+	Équipements électroniques complexes, ASI, VFD avancés

Gestion de l'énergie

Sur les bornes rapides DC (Mode 4), l'énergie est délivrée directement au véhicule en courant continu, ce qui implique des mesures précises à très haute intensité, souvent plusieurs centaines d'ampères sous des tensions comprises entre 400 et 1000 volts. Cette contrainte rend le compteur DC indispensable dans l'architecture des bornes rapides. Pour être utilisé en facturation légale, notamment sur les bornes publiques, ce compteur doit être certifié MID pour le courant continu, garantissant une précision métrologique de classe B ou supérieure conformément à la norme EN 50470-4.



La solution Socomec

COUNTIS EVDC



Le **COUNTIS EVDC** de Socomec est un compteur d'énergie courant continu, certifié MID (classe B) selon EN 50470-4, conçu pour la facturation légale sur IRVE Mode 4.

En **Mode 4**, le câble de charge est solidaire de la borne et peut atteindre une longueur de plusieurs mètres, ce qui entraîne une dissipation thermique par effet Joule lorsque, par exemple, 600 A sous 800 V y circulent. Si la mesure est effectuée avant le câble, ces pertes sont incluses dans la consommation facturée, et l'utilisateur paye une part d'énergie qui n'atteint pas la batterie.

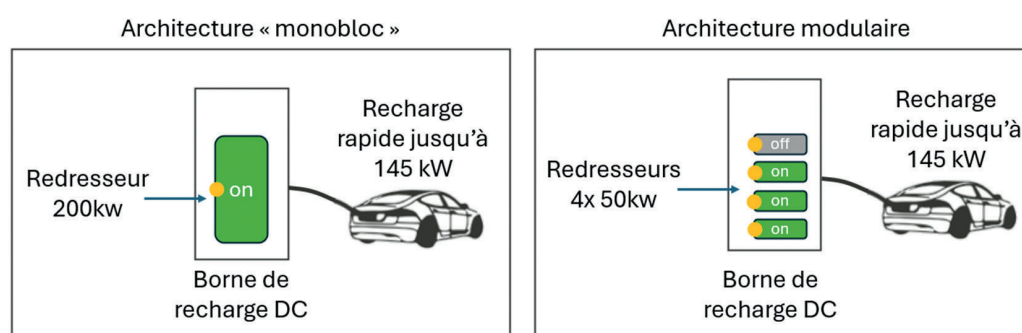
Afin d'éviter que l'utilisateur ne paye les pertes d'énergie dans le câble de la borne de recharge, il est possible de renseigner la valeur résistive du câble via la communication Modbus. Le COUNTIS EVDC va alors nativement considérer le câble comme une charge résistive et retirer l'énergie perdue par la chauffe du câble à la valeur totale consommée par la voiture. Le COUNTIS EVDC mesure précisément l'énergie jusqu'à 1000 V DC grâce à un shunt de précision externe, disponible en deux calibres (**300 A ou 600 A**) pour s'adapter aux différents niveaux de puissance des chargeurs.

Sa plage de fonctionnement étendue (**-40 °C à +70 °C**) garantit la fiabilité en extérieur comme en locaux techniques. Pour l'intégration système, le compteur propose Modbus RTU (RS-485) ou sortie impulsions, facilitant le raccordement aux automates et aux contrôleurs de borne. L'appareil a été pensé pour une installation simple et rapide, réduisant le temps d'intervention sur site tout en assurant la conformité métrologique requise pour la facturation publique.

Surveillance de l'isolement

Sur les bornes de recharge rapides DC (**Mode 4**), le circuit de puissance fonctionne en schéma IT, avec un Contrôleur Permanent d'Isolement (CPI) qui surveille en continu la résistance entre le bus DC et la terre. Si cette résistance descend sous un seuil critique, signe d'un défaut d'isolement, le CPI déclenche une alerte via un relais pour interrompre la charge. La norme IEC 61851-23 impose cette surveillance, et le CPI doit être conforme à la norme IEC 61557-8.

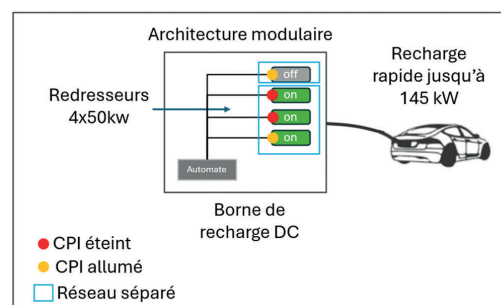
Les bornes DC adoptent généralement une architecture modulaire composée de plusieurs modules de puissance (redresseurs), permettant d'ajuster la puissance délivrée et de réduire le temps de recharge en combinant temporairement plusieurs modules. Cette modularité est plus économique qu'un redresseur monobloc très puissant et facilite la gestion des tranches de puissance. Chaque module étant contrôlé indépendamment. La présence d'un CPI sur chaque module est indispensable pour garantir la sécurité du réseau.



● Présence d'un CPI

Lorsque plusieurs CPI fonctionnent en même temps sur un même bus continu, leurs signaux de mesure peuvent interférer. En effet, chaque CPI injecte une tension pour contrôler l'isolement, mais ces signaux se perturbent mutuellement, ce qui fausse la détection des défauts.

Prenons une borne de recharge de 200 kW, avec une architecture modulaire. Dans ce cas, un automate peut envoyer la consigne aux deuxième et troisième CPI de passer en veille pendant que le premier contrôle le bus commun, éliminant tout risque d'interférence. Le quatrième redresseur, quant à lui, reste disponible pour alimenter un second véhicule.



La solution Socomec

ISOM K-15EV



Le **CPI ISOM K-15EV** est conçu pour ce type d'architecture. Ce produit est conforme à la norme IEC 61557-8, et est adapté pour des réseaux allant jusqu'à 1000 VDC.

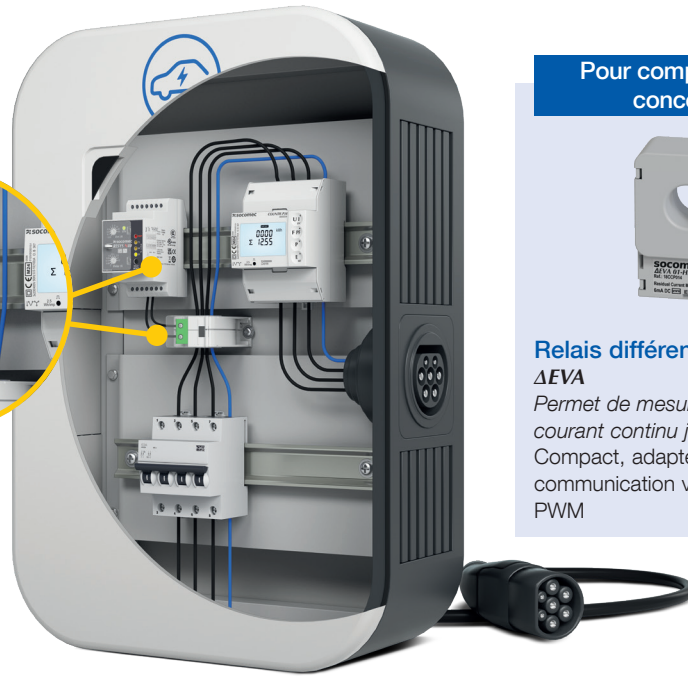
Grâce à sa communication Modbus RTU (RS485), il permet de désactiver à distance la fonction de surveillance d'autres CPI, et donc d'éliminer tout risque d'interférences, comme mentionné précédemment.

Les solutions Socomec en résumé

Bornes de recharge AC

Relais différentiel avec tores différentiels de type A

RESYS N40 & delta IC
Permet de mesurer les fuites de courant alternative avec une haute sensibilité
Modulaire, seuil de protection à partir de 30 mA, différentes tailles de tores différentiels.



Pour compléter votre conception



Relais différentiels DD-CDC ΔEVA

Permet de mesurer les fuites de courant continu jusqu'à 6 mA DC
Compact, adapté aux PCBA, communication via impulsion ou PWM

Bornes de recharge DC

Contrôleur permanent d'isolement ISOM K-15EV

Permet de contrôler le niveau d'isolement d'une installation en régime de neutre IT
Compact, compatible réseau 1000 VDC et communiquant indépendants



Compteur d'énergie DC COUNTIS EVDC

Permet de mesurer l'énergie DC consommée par le véhicule
MID, disponible en format 300 et 600A via un shunt de mesure externe, communication par Modbus RS485 et/ou impulsion

Relais différentiel avec tores différentiels de type A

RESYS N40 & delta IC
Permet de mesurer les fuites de courant
Modulaire, seuil de protection à partir de 30 mA, différentes tailles de tores différentiels.

Conclusion

Socomec se présente comme un partenaire de confiance pour la conception de bornes de recharge fiables, sûres et performantes, du plus petit chargeur AC domestique à la station ultra-rapide haute puissance.

En choisissant nos solutions, fabricants comme opérateurs d'infrastructure de recharge bénéficient de notre expertise et de notre engagement pour la qualité, tout en satisfaisant les exigences réglementaires de l'IRVE.

Socomec, l'innovation au service de votre performance énergétique

1 constructeur indépendant

4 600 collaborateurs
dans le monde

8 % du CA
consacrés au R&D

400 experts
dédiés aux services

L'expert de votre énergie



COUPURE



MESURE



CONVERSION
D'ÉNERGIE



STOCKAGE
D'ÉNERGIE



SERVICES
EXPERTS

Le spécialiste d'applications critiques

- Contrôle, commande des installations électriques BT.
- Sécurité des personnes et des biens.
- Mesure des paramètres électriques.
- Gestion de l'énergie.
- Qualité de l'énergie.
- Disponibilité de l'énergie.
- Stockage de l'énergie.
- Prévention et intervention.
- Mesure et analyse.
- Optimisation.
- Conseil, déploiement et formation.

Une présence mondiale

12 sites industriels

- France (x3)
- Italie (x2)
- Tunisie
- Inde
- Chine (x2)
- USA (x2)
- Canada

30 filiales et implantations commerciales

- Afrique du Sud • Algérie • Allemagne • Australie
- Autriche • Belgique • Canada • Chine • Côte d'Ivoire
- Dubaï (Emirats Arabes Unis) • Espagne • États-Unis d'Amérique
- France • Inde • Indonésie • Italie • Malaisie • Pays-Bas • Pologne
- Portugal • Roumanie • Royaume-Uni • Serbie • Singapour
- Slovénie • Suède • Suisse • Thaïlande • Tunisie • Turquie

80 pays

où la marque est distribuée



SIÈGE SOCIAL

GRUPE SOCOMEC

SAS SOCOMEC au capital de 10 535 460 €
R.C.S. Strasbourg B 548 500 149
B.P. 60010 - 1, rue de Westhouse - F-67235 Benfeld Cedex
Tél. 03 88 57 41 41 - Fax 03 88 57 78 78
info.scp.isd@socomec.com

VOTRE CONTACT

www.socomec.com



100 years
OF SHARED ENERGY

socomec
Innovative Power Solutions