

# reev

## Guide pour les électriciens

Logiciels de gestion de  
l'énergie et de la recharge  
(CPMS + EMS)

# Sommaire

<b>1. Introduction : l'électromobilité, un marché d'avenir</b>	<b>3</b>
<b>2. Mobilité électrique : opportunités et exigences pour les artisans électriciens</b>	<b>3</b>
<b>3. Qu'est-ce que la gestion de l'énergie et de la recharge ?</b>	<b>4</b>
CPMS : le système de gestion des points de recharge	4
EMS : le système de gestion de l'énergie	5
Interaction : CPMS + EMS = gestion globale de l'énergie et de la recharge	6
<b>4. Pourquoi les systèmes basés sur le cloud sont-ils un choix d'avenir ?</b>	<b>6</b>
Sécurisé même sans Internet : l'intelligence locale est préservée	7
Qu'en est-il de la protection des données et de la sécurité informatique ?	7
<b>5. Approfondissement technique avec exemple : répartition de la charge et gestion des phases</b>	<b>7</b>
Mise en œuvre technique de la gestion de la charge : un exemple pratique	8
Rotation des phases : la base d'une répartition stable et efficace de la charge	8
Gestion statique et dynamique de la charge : deux approches, un seul objectif	9
<b>6. Mise en œuvre étape par étape</b>	<b>10</b>
1. Évaluation et analyse des besoins	10
2. Sélection des composants	10
3. Installation électrique	10
4. Inscription auprès du gestionnaire de réseau	10
5. Mise en service	10
6. Remise à l'exploitant du point de recharge	11
<b>7. Tendances futures dans la gestion de l'énergie et de la recharge</b>	<b>11</b>
1. Recharge bidirectionnelle : V2H et V2G	11
2. Intelligence artificielle (IA)	11
3. Tarifs d'électricité dynamiques	12
4. Couplage sectoriel : interaction entre mobilité, stockage, chaleur et électricité	13
<b>8. Normes et obligations</b>	<b>13</b>
1. Règles techniques de raccordement et raccordement au réseau	13
2. Technique de protection et installation	14
3. Facturation et législation sur les poids et mesures	15
4. Protection des données et sécurité informatique	15
<b>9. Conclusion : de nouvelles opportunités pour le secteur de l'électricité</b>	<b>15</b>
Qu'est-ce qui reste artisanal, qu'est-ce qui devient numérique ?	16
Nouveaux rôles et nouvelles possibilités	16
Conclusion pour l'entreprise	16

# 1. Introduction : l'électromobilité, un marché d'avenir

Aujourd'hui déjà, les entreprises sont au cœur de la révolution de la mobilité électrique : selon les estimations, près de 60 % des nouveaux véhicules électriques en France seront immatriculés par des utilisateurs professionnels en 2025<sup>1</sup> – et la tendance continue à augmenter. La transition vers la mobilité électrique bat son plein, entraînant avec elle une évolution des exigences imposées aux artisans électriciens. Alors qu'auparavant, l'accent était mis sur la pose de câbles et le raccordement des consommateurs, ce sont aujourd'hui les interfaces numériques, la gestion intelligente de l'énergie et les processus assistés par logiciel qui occupent le devant de la scène.

Dans le domaine des infrastructures de recharge pour véhicules électriques notamment, il apparaît clairement que la technologie ne s'arrête pas à la borne de recharge. Aujourd'hui, pour mettre en place des solutions de recharge, il faut également s'y connaître en gestion de charge, optimisation énergétique et intégration de systèmes. C'est là qu'interviennent les logiciels de gestion de l'énergie et de la recharge, ainsi que le cloud, plateforme centrale pour un contrôle intelligent et un fonctionnement pérenne.

Ce guide s'adresse aux artisans électriciens et aux entreprises spécialisées qui souhaitent se préparer aux nouvelles exigences et participer activement au marché d'avenir de l'électromobilité. Il explique de manière pratique

- comment planifier et mettre en œuvre intelligemment une infrastructure de recharge aujourd'hui,
- le rôle des solutions logicielles, en particulier des systèmes basés sur le cloud,
- ce qui est vraiment important lors de la mise en œuvre,
- et quelles opportunités cela représente pour les artisans électriciens.

Car une chose est claire : ceux qui maîtrisent aujourd'hui le contrôle numérique des flux d'énergie dans le contexte de la mobilité électrique seront demain à la pointe du progrès.

# 2. Mobilité électrique : opportunités et exigences pour le secteur de l'électricité

La mobilité électrique est une réalité dans nos rues, dans les parkings, dans les entreprises et, de plus en plus, dans les habitations privées. Cela ouvre de nouveaux domaines d'activité pour le secteur de l'électricité, mais aussi de nouveaux défis.

Nouvelles exigences en matière de planification et de mise en œuvre

L'installation d'une infrastructure de recharge est nettement plus complexe que celle d'une prise de courant classique ou d'un raccordement de cuisinière. En effet, il ne s'agit pas seulement de fournir de l'électricité, mais aussi de la distribuer et de la contrôler de manière intelligente, et de l'intégrer dans les concepts énergétiques et immobiliers existants.

## Exigences typiques des projets de recharge :

- Évaluation du raccordement au réseau : la puissance disponible est-elle suffisante ?
- Gestion de la charge : comment alimenter plusieurs points de recharge simultanément sans mettre en danger le fusible de raccordement du bâtiment ?
- Communication et facturation : comment les processus de recharge sont-ils enregistrés, attribués et, le cas échéant, facturés ?
- Évolutivité : comment l'installation peut-elle être étendue à l'avenir ?

## Pourquoi le secteur de l'électricité est-il sollicité aujourd'hui ?

Avec l'essor de la mobilité électrique, la demande en solutions de recharge professionnelles augmente. Les entreprises, les propriétaires immobiliers, les sociétés de construction de logements et les institutions publiques ont besoin d'entreprises spécialisées qui non seulement effectuent des installations conformes aux normes, mais qui pensent également en termes numériques.

Cela signifie que ceux qui travaillent dans le domaine des infrastructures de recharge doivent se familiariser avec de nouveaux sujets, allant de la connexion aux logiciels backend aux protocoles de communication en passant par la sécurité informatique.

## La bonne nouvelle : votre savoir-faire est très demandé

Les entreprises spécialisées dans l'électricité réunissent les conditions idéales pour réussir dans le domaine de la mobilité électrique :

- ils sont experts en matière d'électricité, de sécurité et de normes.
- Ils connaissent les structures locales.
- Ils jouissent de la confiance de leurs clients.

Avec des connaissances complémentaires en matière de logiciels, de cloud et de gestion de l'énergie, les entreprises spécialisées dans l'électricité sont parfaitement positionnées, car c'est là que réside l'avenir du secteur.

## 3. Qu'est-ce que la gestion de l'énergie et de la recharge ?

Il ne s'agit pas seulement de l'alimentation électrique, mais aussi de son contrôle et de sa distribution. Qui-conque exploite plusieurs points de recharge, que ce soit dans une entreprise, un parking souterrain ou un parking public, a besoin d'une solution intelligente pour organiser les flux d'énergie de manière efficace, sûre et transparente. Il existe deux systèmes centraux précisément à cet effet :

### CPMS : le système de gestion des points de recharge

Un CPMS (Charge Point Management System), également appelé **logiciel de gestion de recharge**, est le cerveau de l'infrastructure de recharge. Il s'agit d'un logiciel qui communique avec le matériel, tel que les stations de recharge, indépendamment du fabricant (par exemple via OCPP, les versions actuelles sont 1.6 ou 2.0.1), garantit l'utilisation par les personnes autorisées et fournit aux opérateurs de points de recharge (également appelés CPO – Charge Point Operator) une transparence sur le statut, l'utilisation et les coûts. Il constitue ainsi la couche opérationnelle au-dessus de la technologie et complète la gestion de l'énergie par les dimensions utilisateur, tarifs et facturation.

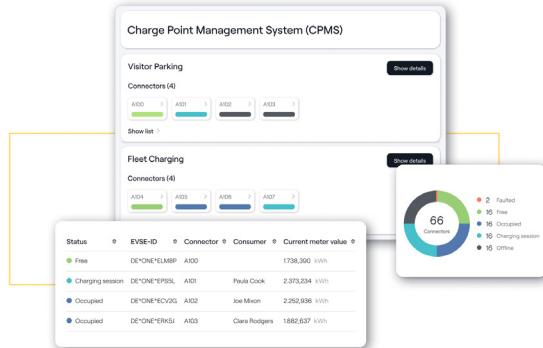


Image 1 : différentes possibilités de surveillance dans un CPMS  
à l'exemple de la plateforme reev

Au quotidien, cela commence par la gestion de l'infrastructure et des accès : les points de recharge sont créés de manière centralisée, surveillés et, si nécessaire, activés ou désactivés. Les supports RFID peuvent être attribués aux utilisateurs et bloqués en cas de perte. Les rôles et les droits garantissent que seules les personnes autorisées peuvent recharger ou effectuer des tâches administratives. Pour les grandes organisations, il est essentiel de regrouper les sites, les filiales et les prestataires de services dans une seule interface. La gestion multi-comptes facilite ici la surveillance et la gestion inter-sites et inter-sociétés pour les groupes d'utilisateurs à l'échelle du groupe.

Le deuxième domaine clé est la tarification et la facturation. Un CPMS permet de définir des tarifs flexibles, par exemple en fonction des groupes d'utilisateurs, des centres de coûts, des jours de la semaine ou des heures de la journée, et facture automatiquement les utilisateurs autorisés. Les facturations internes (par exemple, centres de coûts, interentreprises) sont prises en charge, tout comme les facturations externes aux employés, locataires ou invités. Pour les recharges spontanées sans inscription, il est possible d'utiliser la recharge ad hoc via un code QR ; un terminal de paiement pour les paiements par carte avec création automatique de reçus est disponible en option. Ceux qui souhaitent commercialiser des points de recharge publics peuvent les connecter à des plateformes tierces via l'eRoaming, fixer des prix de manière flexible et recevoir les recettes périodiquement.

La transparence est assurée par la surveillance en direct et les rapports. Les exploitants de points de recharge peuvent voir l'état de fonctionnement actuel, l'utilisation et les valeurs de performance pertinentes et obtenir des rapports de recharge et financiers automatisés selon des critères librement sélectionnables. Des interfaces ouvertes (API) permettent de connecter des systèmes ERP, comptables ou intranet afin d'intégrer les processus et de simplifier les flux de données. Les importations en masse facilitent le déploiement initial, par exemple lors de la création de stocks d'utilisateurs, de véhicules ou de RFID.

Une exploitation professionnelle nécessite sécurité et stabilité. Un CPMS offre donc un système de rôles et de droits finement granulé, une authentification multi-factorielle et, sur demande, une connexion unique. Des mises à jour logicielles régulières permettent de maintenir les fonctions et la sécurité à jour. Les fournisseurs de qualité répondent aux questions techniques grâce à une équipe d'assistance technique. Une application facilite l'utilisation pour les conducteurs : démarrer les processus de recharge, consulter l'historique et les factures et trouver des points de recharge.

**Un CPMS rend l'infrastructure de recharge utilisable, facturable et commercialisable et fournit la base commerciale et organisationnelle pour son exploitation. Dans l'architecture du système, il est complémentaire à l'EMS, qui garantit la compatibilité technique du réseau et l'efficacité.**

### EMS : le système de gestion de l'énergie

Un **EMS (système de gestion de l'énergie)** contrôle les flux d'énergie d'une infrastructure de recharge de manière à utiliser efficacement la puissance disponible et à protéger de manière fiable l'infrastructure électrique. Il prend en compte l'ensemble du site et coordonne l'infrastructure de recharge avec les autres consommateurs et producteurs du bâtiment. Ainsi, l'installation reste stable même lorsque de nombreux points de recharge fonctionnent en parallèle ou que la charge du bâtiment varie fortement.

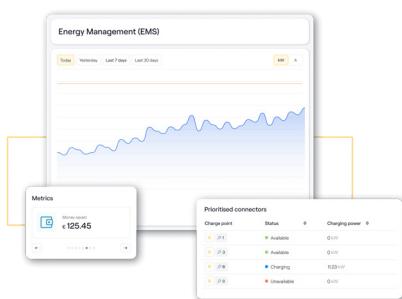


Image 2 : Le système de gestion de l'énergie peut également être intégré au logiciel, comme dans l'exemple de la plateforme reev.

Dans la pratique, on distingue la gestion statique et la gestion dynamique de la charge. Dans le cas de la gestion statique de la charge, une limite maximale pour l'infrastructure de recharge est fixée à l'avance et respectée en permanence. Dans le cas de la gestion dynamique de la charge, une passerelle installée sur place mesure la charge actuelle du bâtiment en temps réel ; la puissance disponible pour les points de recharge est alors automatiquement ajustée. Cela garantit la sécurité de fonctionnement, évite les pics de charge, exploite au mieux la puissance connectée et réduit les coûts énergétiques grâce à la limitation des pics de charge. La gestion des phases est au cœur du système EMS.

Elle garantit l'absence de déséquilibres de charge dans le réseau triphasé et le respect des spécifications requises par le gestionnaire de réseau local, comme Enerdis. Les limites de puissance et les règles de répartition de la charge dépendent des caractéristiques du raccordement et des prescriptions des opérateurs français du réseau de distribution. En cas de surcharge d'une phase, le système agit notamment pour les véhicules à charge monophasée ou biphasée, par une redistribution intelligente de la puissance entre les phases, une limitation temporaire ou le report automatisé de certains cycles de charge. Cela s'appuie sur la topologie enregistrée dans le système, incluant la répartition principale et secondaire et la documentation de la rotation des phases.

Au-delà de la protection, l'EMS permet des optimisations opérationnelles. Les points ou groupes de recharge peuvent être priorisés, tout comme les charges de bâtiment essentielles, telles que l'alimentation de secours, les pompes à chaleur ou les consommateurs critiques pour la continuité des processus. En présence d'une production photovoltaïque, l'EMS utilise les excédents d'énergie ou réalise une recharge optimisée selon la production locale, les préférences utilisateurs, les historiques de recharge et les informations fournies par les conducteurs. Si des tarifs dynamiques sont appliqués, le système traite les signaux tarifaires et reporte automatiquement les processus de recharge vers les périodes les plus avantageuses.

D'un point de vue juridique et technique, l'EMS respecte les exigences formulées par les gestionnaires de réseau pour l'exploitation de points de charge pilotables : les signaux de limitation temporaire de puissance peuvent être pris en compte et appliqués de manière contrôlée, selon les besoins du réseau. Même dans une architecture cloud, le fonctionnement reste assuré en cas de coupure de connexion grâce à des paramètres de secours définis localement, avec une reprise automatique du contrôle optimisé dès le rétablissement du lien.

**Un EMS intégré crée une infrastructure de recharge qui fonctionne de manière utile pour le réseau, fiable et rentable : la puissance de raccordement disponible supporte davantage de processus de recharge simultanés, les pics de charge sont lissés, les phases restent en équilibre et les exploitants de points de recharge gagnent en marge de manœuvre pour l'utilisation photovoltaïque, les signaux de prix et la croissance de l'installation, sans dépasser les limites techniques du site.**

## **Interaction : CPMS + EMS = gestion globale de l'énergie et de la recharge**

Lors du choix du logiciel, les deux doivent provenir d'un seul et même fournisseur ou être étroitement liés : un CPMS qui reflète de manière fiable l'exploitation, les utilisateurs, les tarifs et la facturation, et un EMS qui gère activement les limites physiques du site. Des solutions isolées séparées génèrent des frictions à l'interface ; une plateforme intégrée évite les erreurs de transfert, accélère la mise en service et garantit que l'EMS, en tant que centre de contrôle technique, bénéficie de la priorité nécessaire. Il en résulte une transparence et une monétisation au niveau du CPMS, ainsi qu'une stabilité, une efficacité et une utilité pour le réseau grâce à l'EMS.

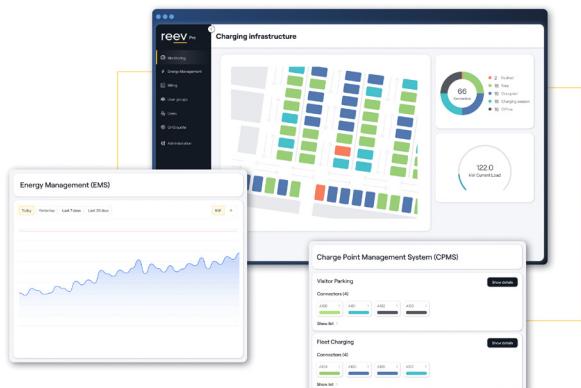


Image 3 : La combinaison du CPMS et de l'EMS dans une seule plateforme offre le grand avantage de permettre un contrôle et une surveillance centralisés et efficaces de tous les processus de charge et flux d'énergie.

Pour assurer la pérennité, il est essentiel de disposer d'un EMS capable de faire plus que « simplement » répartir la charge : gestion dynamique de la charge, précise en phase et sensible à la topologie, avec limitation de la charge déséquilibrée conformément aux règles et recommandations des gestionnaires de réseau français comme Enedis ; mise en œuvre de spécifications utiles au réseau en tant que dispositif de consommation contrôlable conformément à la réglementation française en vigueur ; charge optimisée pour le photovoltaïque et, le cas échéant, prise en compte des tarifs d'électricité dynamiques, dont le déploiement est en cours et pourrait se généraliser prochainement en France ; orchestration cloud avec des solutions de secours locales pour un fonctionnement robuste ; interfaces ouvertes pour l'intégration dans les environnements système existants. Une plateforme qui répond clairement à ces critères aujourd'hui et qui est continuellement améliorée par des mises à jour logicielles offre la sécurité d'innovation nécessaire pour pouvoir adapter progressivement les sites, les groupes d'utilisateurs et les fonctions.

**En bref : choisissez une solution dans laquelle le CPMS et l'EMS interagissent et dans laquelle l'EMS, en tant que cœur de la faisabilité technique, est constamment perfectionné. C'est le moyen le plus fiable d'exploiter une infrastructure de recharge de manière rentable tout en étant prêt à répondre aux exigences futures.**

## **4. Pourquoi les systèmes basés sur le cloud sont-ils un choix d'avenir ?**

Auparavant, de nombreuses petites installations étaient contrôlées localement, par exemple via les interfaces web de boîtiers muraux individuels ou de simples minuteries. Mais plus l'infrastructure de recharge devient complexe et moderne, plus les avantages des systèmes basés sur le cloud sont importants.

Ils sont considérés comme une technologie clé pour le développement d'une infrastructure de recharge intelligente, car ils permettent un contrôle centralisé, un EMS intégré et une extensibilité facile.

Un système logiciel d'énergie et de recharge basé sur le cloud offre entre autres :

- Évolutivité : de nouveaux points de recharge (quel que soit le fabricant) ou des sites entiers peuvent être intégrés rapidement et facilement dans l'infrastructure globale existante. Cela simplifie considérablement la planification du projet.
- Accès à distance aux points de recharge et aux flux d'énergie, y compris fonctions de diagnostic, dépannage à distance et maintenance proactive
- Intégration avec d'autres plateformes via des interfaces ouvertes
- Capacité multi-clients pour les grandes installations (par exemple pour les sociétés immobilières ou les organisations multinationales)
- Dépannage assisté par l'IA : grâce à la résolution automatisée des problèmes courants, l'électricien peut se concentrer sur les pannes plus complexes. Le grand avantage du cloud : la technologie est en constante évolution et immédiatement disponible.
- Interaction avec les tarifs d'électricité dynamiques : les tarifs d'électricité dynamiques permettent d'intégrer les véhicules électriques dans le système énergétique de manière intelligente, rentable et durable.
- Pérennité : grâce aux mises à jour logicielles automatiques, le système reste toujours à jour, sécurisé

et optimisé, tout en étant ouvert aux innovations et aux nouvelles fonctionnalités.

Contrairement aux systèmes sur site, le cloud ne nécessite pas d'infrastructure informatique avec du matériel souvent très coûteux. Il réduit également les coûts d'installation et de maintenance. Pour les entreprises d'installation, cela signifie que la mise en œuvre est plus rapide, la remise plus simple et l'assistance plus efficace. De plus, les électriciens peuvent également vérifier les erreurs ou activer les points de recharge à distance (via des droits d'utilisateur basés sur les rôles) après la remise, si l'exploitant du point de recharge le souhaite. Il en résulte également une activité de suivi intéressante.

#### **Sûr même sans Internet : l'intelligence locale est pré-servée**

Même avec les systèmes de gestion de l'énergie basés sur le cloud, un fonctionnement sûr est garanti à tout moment, tant en cas d'interruption temporaire que prolongée de la connexion Internet. Cela est rendu possible par des valeurs de secours prédéfinies qui sont enregistrées directement sur les points de recharge.

Ces valeurs sont basées sur les normes OCPP et limitent automatiquement la puissance de charge en cas de déconnexion, par exemple à une limite fixe ou à 0 ampère. La mise en œuvre s'effectue via des profils de recharge intelligents, sans contrôleur local supplémentaire.

Caractéristiques importantes :

- Les valeurs de secours s'appliquent immédiatement et sans limitation dans le temps.
- Même en cas d'interruptions de connexion prolongées, l'installation reste totalement sécurisée.

Dès que la connexion au cloud est rétablie, le système reprend automatiquement le contrôle dynamique.

#### **Qu'en est-il de la protection des données et de la sécurité informatique ?**

Les systèmes cloud renommés pour la gestion de la recharge et de l'énergie répondent à des normes de sécurité élevées, par exemple :

- Hébergement dans des centres de données certifiés ISO au sein de l'UE
- Transmission de données cryptée TLS
- Gestion des utilisateurs basée sur les rôles
- Traitement séparé des données à caractère personnel

**Conseil :** les entreprises spécialisées qui travaillent avec des systèmes cloud doivent choisir des fournisseurs qui divulguent leurs normes de sécurité et la disponibilité de leur plateforme et qui sont certifiés ISO.

Les systèmes basés sur le cloud sont non seulement flexibles et pérennes, mais ils sont également stables. Grâce à des solutions de secours locales et à une architecture de sécurité claire, ils offrent aux électriciens une base fiable, même dans des environnements où le réseau est faible ou en cas de pannes temporaires.

## **5. Approfondissement technique avec exemple : répartition de la charge et gestion des phases**

Dans la pratique, la puissance de raccordement au réseau disponible sur un site est généralement limitée. Le défi consiste à répartir cette puissance de manière à ce que tous les points de recharge puissent fonctionner sans surcharger le raccordement domestique ni déstabiliser le réseau électrique.

La gestion de la charge désigne le contrôle actif de la puissance de charge sur plusieurs points de recharge afin de ne pas dépasser la puissance de raccordement maximale. Il existe deux variantes :

- Gestion statique de la charge : limite maximale fixe répartie sur tous les points de recharge.
- Gestion dynamique de la charge : la puissance disponible est mesurée en temps réel et répartie de manière dynamique.

La gestion des phases est essentielle pour éviter les déséquilibres de charge dans le réseau triphasé. Selon la norme VDE-AR-N 4100, le déséquilibre de charge ne doit pas dépasser 4,6 kVA par phase.

Un EMS intelligent reconnaît la structure du réseau sur place, répartit la puissance avec précision par phase et hiérarchise les points de recharge. Ainsi, dans un parking souterrain avec des sous-distributions, par exemple, la puissance et la symétrie sont garanties.

## Mise en œuvre technique de la gestion de la charge : un exemple pratique

Un système de gestion de l'énergie utilise une gestion précise de la charge, phase par phase, rendue possible par la documentation de la topologie de l'infrastructure de recharge et l'enregistrement de la rotation des phases lors de l'installation. Pour illustrer les détails techniques, nous utilisons un scénario exemple (voir image 4 « Exemple 1 ») : la topologie représentée illustre une infrastructure de recharge typique pour un bâtiment comportant plusieurs points de recharge. Un distributeur principal central (HV) alimente différents sous-distributeurs (UV), qui servent à leur tour de nœuds pour un ou plusieurs points de recharge. Cette structure hiérarchique permet de répartir efficacement la charge et d'étendre l'infrastructure de manière flexible. De tels concepts sont souvent utilisés pour répondre à la demande croissante en matière de mobilité électrique.

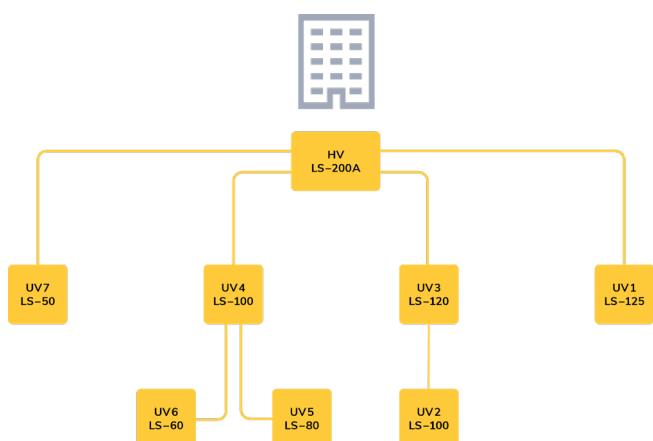


Image 4 : Exemple 1 mentionné dans le texte

Dans notre exemple, la charge électrique est contrôlée par plusieurs sous-distributeurs, qui ont chacun des limites de capacité spécifiques. Ainsi, la limite du sous-distributeur 3 (UV3) est de 120 ampères et il est directement relié au distributeur principal (HV). En revanche, le sous-distributeur 6 (UV6) a une limite de 60 ampères, mais n'est pas directement relié au distributeur principal. La connexion s'effectue plutôt via la sous-distribution 4 (UV4), qui représente un niveau intermédiaire dans la distribution d'énergie. Ces informations sont compilées et enregistrées sous forme de tableau (figure 5 « Tableau 1 ») dans le système afin que le logiciel puisse en tenir compte.

	Limite (A)	Point de connexion
HV	200	
UV1	125	HV
UV2	100	UV3
UV3	120	HV
UV4	100	HV
UV5	40	UV4
UV6	60	UV4
UV7	50	HV

Figure 5 : Tableau 1 mentionné dans le texte

### Rotation de phase : la base d'une répartition stable et efficace de la charge

La rotation de phase est un autre élément essentiel d'un système de gestion de l'énergie efficace et stable. Elle joue un rôle central dans l'installation et l'exploitation. Elle garantit une répartition uniforme de la consommation électrique de l'infrastructure de recharge entre les trois phases du réseau triphasé, ce qui est un facteur décisif pour éviter les déséquilibres de charge.

### Principes de base de la rotation des phases et défis liés à l'infrastructure de recharge

Dans un système triphasé, les trois phases L1, L2 et L3 sont idéalement chargées de manière uniforme. Dans la pratique, cependant, une répartition inégale de la charge entraîne des déséquilibres de charge qui sollicitent le conducteur neutre et peuvent, dans des cas extrêmes, provoquer des déséquilibres de tension (asymétrie) dans le réseau. Ce problème est particulièrement pertinent pour les consommateurs qui tirent leur puissance en monophasé ou en biphasé, comme c'est le cas pour les véhicules hybrides rechargeables (PHEV) et certains véhicules électriques à batterie (BEV). En fonction de la structure du réseau et du nombre de points de recharge connectés, les défis suivants peuvent se poser :

#### 1. Surcharge du conducteur neutre :

Dans les systèmes TN ou TT, le conducteur neutre doit compenser le courant inégal des phases. En cas de puissances de charge élevées, cela peut entraîner des dommages thermiques ou, dans le pire des cas, des pannes du réseau.

#### 2. Asymétrie de tension :

Les charges différentes sur les phases entraînent des chutes de tension qui peuvent perturber les appareils électroniques sensibles dans le bâtiment ou endommager l'infrastructure.

### 3. Perturbations au niveau de la technologie de protection :

Une répartition inégale de la charge peut entraîner un déclenchement intempestif des dispositifs de protection tels que les disjoncteurs différentiels ou les disjoncteurs de protection. Cela représente un risque pour la sécurité, en particulier dans les grands parcs de recharge.

#### Rotation des phases : exemple de configuration

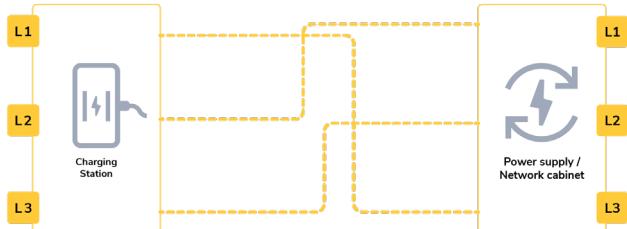


Image 6 : exemple de rotation des phases

Une gestion correcte des phases est essentielle pour garantir la stabilité et l'efficacité de l'infrastructure de recharge. Le schéma de la figure 2 illustre la rotation des phases : la station de recharge (L1 = ligne 1) est connectée à la phase 3 (L3 = ligne 3) à l'intérieur de l'armoire électrique. Cette attribution est documentée dans un tableau de configuration (voir image 7 « Tableau 2 ») et enregistrée dans le système afin que le logiciel sache comment la rotation des phases doit s'effectuer.

#### Gestion statique et dynamique des charges : deux approches, un seul objectif

##### 1. Gestion statique de la charge :

Dans ce cas, la puissance disponible est déterminée à l'avance et répartie de manière uniforme entre les points de recharge. L'EMS veille à éviter les charges déséquilibrées et les surcharges. La commande intelligente depuis le cloud permet de donner la priorité à certains utilisateurs ou groupes d'utilisateurs. Par

exemple, la puissance disponible peut être redistribuée au profit d'un véhicule dont le niveau de batterie est faible.

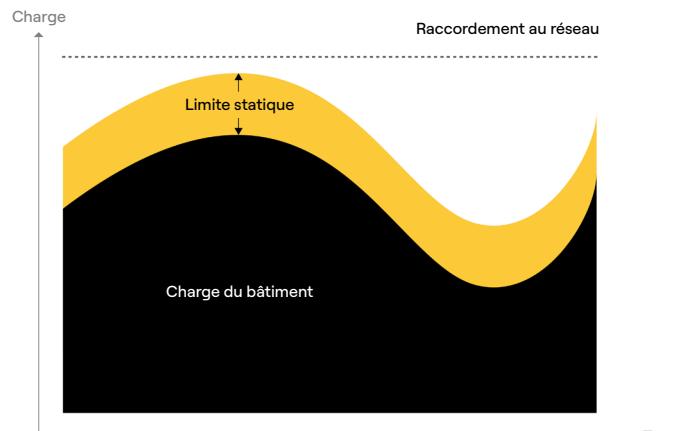


Image 8 : exemple de gestion statique de la charge

##### 2. Gestion dynamique de la charge :

Cette approche est plus flexible et utilise la puissance disponible de manière plus efficace, car le système surveille la consommation d'électricité actuelle en temps réel. Pour cela, il nécessite une passerelle installée sur place. Celle-ci mesure en continu la charge du bâtiment et veille à ce que la capacité disponible soit répartie de manière optimale. Cela permet d'éviter les surcharges du réseau tout en garantissant un approvisionnement minimum pour toutes les stations de recharge.

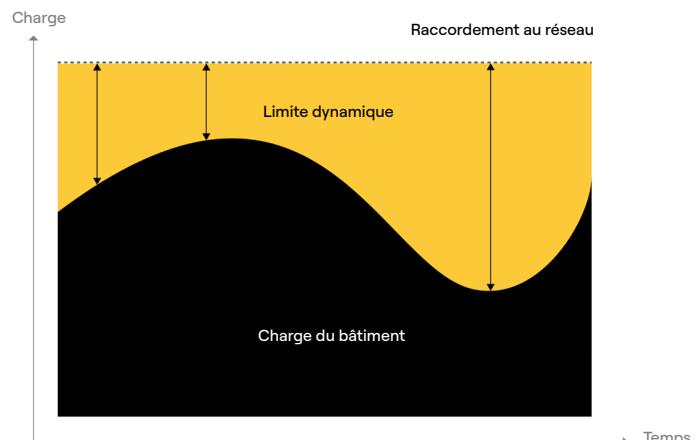


Image 9 : Exemple de gestion dynamique de la charge

ID de la station	Modèle de station	Sens de rotation du champ	Rotation des phases	Limite	Point de connexion
Exemple 1	Exemple Modèle	R	L3	22A	UV1
Exemple 2	Exemple Modèle	R	L2	22A	UV1
Exemple 3	Exemple Modèle	R	L1	22A	UV1

Figure 7 : Tableau 2 mentionné dans le texte

**Ces deux approches permettent d'éviter les pics de consommation et de réduire les coûts d'exploitation, deux facteurs importants pour rendre les processus de recharge compatibles avec le réseau.**

## La technologie derrière la gestion dynamique de la charge

Pour une gestion dynamique de la charge, la consommation de l'ensemble du bâtiment doit être surveillée en continu. Le système peut ainsi attribuer la quantité d'électricité appropriée aux stations de recharge et éviter les surcharges de l'infrastructure. Un élément central est ici une passerelle installée sur place qui sert d'interface entre les points de recharge et le cloud.

La passerelle se compose de deux éléments principaux :

- **Compteur d'énergie** : il mesure en continu la consommation d'électricité du bâtiment et fournit les données nécessaires à la surveillance de la charge.
- **Passerelle IoT** : elle transmet les données mesurées au cloud, où l'EMS les analyse et assure une répartition optimale de la charge.

Les données en temps réel permettent à l'EMS d'ajuster dynamiquement les points de recharge afin que la capacité du réseau soit toujours utilisée de manière optimale et que les surcharges de l'infrastructure soient évitées.

## 6 Mise en œuvre étape par étape

Un projet d'infrastructure de recharge est couronné de succès s'il est bien planifié. Une approche structurée est particulièrement importante pour les installations de grande envergure, par exemple sur les sites commerciaux ou dans les parkings souterrains. Dans l'idéal, les électriciens suivent les six étapes suivantes :

### 1. Évaluation et analyse des besoins

- Vérifier la puissance de raccordement disponible
- Analyser l'étendue de l'infrastructure globale : définir le nombre de points de recharge et les groupes d'utilisateurs (flotte, employés, locataires, clients, etc.)
- Évaluer les habitudes de recharge et les temps d'utilisation

- Facultatif : envisager l'intégration d'une installation photovoltaïque ou de systèmes de stockage
- En option : vérifier si le fournisseur de logiciels de recharge propose son propre tarif d'électricité dynamique

### 2. Sélection des composants

- Sélectionner le matériel de recharge (AC/DC, tenir compte de la compatibilité du fabricant avec le logiciel)
- Logiciel adapté : CPMS pour l'exploitation, EMS pour la gestion de l'énergie, vérifier si le fournisseur de logiciels propose des tarifs d'électricité dynamiques (idéalement, tout est réuni dans une seule plateforme)
- Vérifier les interfaces de communication (par exemple OCPP, Modbus)
- S'assurer qu'un accès Internet stable (LAN ou réseau mobile) est disponible

### 3. Installation électrique

- Technique de protection : FI type A-EV, protection contre les surtensions
- Pose des câbles conformément aux normes en vigueur
- Planification des phases pour une répartition uniforme de la charge
- Prise en compte des sous-distributions pour les installations de grande taille
- Pour une gestion dynamique de la charge, tenir compte de la passerelle si nécessaire

### 4. Inscription auprès du gestionnaire de réseau

- Obligatoire pour les installations > 12 kVA ou pour les équipements de consommation contrôlables
- Une coordination technique avec l'exploitant du réseau peut être nécessaire
- Vérifier s'il existe une obligation de déclaration ou d'autorisation (selon la région)

### 5. Mise en service

- Configuration des points de recharge (les éditeurs de logiciels professionnels proposent leurs propres applications à cet effet pour les électriciens qualifiés)
- Définir des valeurs de secours dans l'EMS
- Créer des utilisateurs et des groupes de recharge dans le système (généralement par l'exploitant du point de recharge)
- Effectuer un test avec des processus de recharge réels
- Contrôle du fonctionnement, y compris la communication avec le cloud

## **6. Remise à l'exploitant du point de recharge**

- Formation (par le fournisseur du logiciel ou l'électricien) à l'utilisation du logiciel (portail web, application, etc.) (ne s'applique pas aux fournisseurs de services complets)
- Transfert de la documentation relative à l'installation
- Remarques concernant la maintenance, les mises à jour et l'assistance

**Conclusion : une mise en œuvre minutieuse garantit non seulement un fonctionnement stable, mais réduit également les dysfonctionnements ultérieurs ou les frais de service. En planifiant à l'avance les composants numériques tels que la gestion de l'énergie et le contrôle basé sur le cloud, vous économisez du temps et de l'argent à long terme.**

## **Conditions préalables :**

- Véhicule à charge bidirectionnelle
- Matériel de recharge adapté (généralement CC)
- Système de gestion de l'énergie avec fonction de réinjection
- Norme de communication ISO 15118-20 (voir encadré)

## **Importance pour le secteur de l'électricité :**

- Compréhension technique des courants de charge bidirectionnels
- Conseil sur la compatibilité entre le véhicule, la borne de recharge et le système de gestion de l'énergie
- Marché futur : maisons individuelles, flottes, solutions de quartier



## **ISO 15118-20 – La clé pour la prochaine génération de chargeurs**

La norme **ISO 15118-20** succède aux normes de communication de charge précédentes et est essentielle pour les applications modernes telles que :

- Charge bidirectionnelle (V2H/V2G)
- « Plug & Charge » : authentification automatique sans RFID
- Communication de données entre le véhicule, le point de recharge et l'EMS

La norme définit la manière dont l'infrastructure de recharge communique avec le véhicule, quel que soit le constructeur. Elle revêt une importance croissante pour les entreprises spécialisées dans le choix, l'installation et la configuration du matériel et des logiciels de recharge.

## **2. Intelligence artificielle (IA)**

L'IA est de plus en plus utilisée dans les systèmes de gestion de l'énergie et de la recharge, avec deux fonctions principales :

### **a) Prévision et optimisation**

L'IA analyse les rendements photovoltaïques, le comportement des utilisateurs ou les charges du réseau et optimise les temps de recharge et les flux d'énergie en fonction de ces données. Cela permet, par exemple,

# **7. Tendances futures dans la gestion de l'énergie et de la recharge**

La mobilité électrique connaît un développement rapide, avec de nouvelles exigences en matière de technologie, de communication et de commande. Pour les artisans électriciens, cela signifie que ceux qui installent des infrastructures de recharge doivent également connaître les fonctionnalités à venir. Beaucoup d'entre elles sont déjà utilisées dans des projets pilotes ou disponibles dans les premiers produits. Aperçu des principales évolutions :

## **1. Recharge bidirectionnelle : V2H et V2G**

### **Vehicle-to-Home (V2H)**

Dans le principe V2H, le véhicule électrique est utilisé comme stockage mobile pour alimenter son propre bâtiment en électricité, par exemple en cas de consommation propre élevée ou comme solution d'alimentation de secours. Techniquement plus simple que le V2G et commercialisable à court ou moyen terme.

### **Vehicle-to-Grid (V2G)**

Le V2G permet en outre de réinjecter de l'énergie dans le réseau public, afin de réduire les pics de charge ou de stabiliser le réseau. Sa mise en œuvre nécessite des infrastructures supplémentaires et un cadre juridique, mais il est pertinent à long terme.

une recharge économique avec l'électricité produite par le véhicule ou un délestage ciblé du réseau.

### b) Auto-réparation des systèmes techniques

L'IA détecte également les dysfonctionnements à un stade précoce. Dans les plateformes modernes, le système peut par exemple tenter automatiquement de reconnecter les points de recharge défaillants, sans intervention manuelle (mot-clé : Smart Recovery).

#### Importance pour le secteur de l'électricité :

- les systèmes deviennent plus intelligents, mais restent plus simples à utiliser
- Moins d'interventions de maintenance, fonctionnement plus stable
- La compétence en matière de conseil sur les fonctions intelligentes devient plus importante



### Smart Recovery – Dépannage intelligent avec l'IA de reev

- Intégré de manière transparente dans la plateforme d'énergie et de recharge reev
- Détecte les modèles d'erreurs connus grâce à l'intelligence basée sur GPT-4
- Lance automatiquement des mesures

#### Vos avantages :

- Moins de perturbations dans le fonctionnement
- Réduction des coûts d'assistance
- Disponibilité accrue des points de recharge
- Satisfaction accrue des clients

Déjà actif : Smart Recovery fonctionne déjà automatiquement sur toutes les stations de recharge gérées par reev, sans que vous ayez à faire quoi que ce soit. Il fonctionne exclusivement avec les données en temps réel de la station de recharge, sans utiliser aucune donnée personnelle.

[En savoir plus](#)

### 3. Tarifs d'électricité dynamiques

Les tarifs d'électricité dynamiques sont fondés sur les prix à court terme du marché (généralement Day-Ahead ou intraday) et permettent le décalage des processus de recharge vers les heures où la part d'énergie renouvelable est plus importante. Cela favorise la réduction des coûts et des émissions, notamment lorsque les véhicules restent immobilisés pendant de longues périodes, par exemple sur les sites d'entreprises ou dans les complexes résidentiels. Pour en bénéficier, la gestion de l'énergie doit pouvoir traiter les signaux de prix et respecter de manière fiable les objectifs de recharge tels que les heures prévues de départ.

Sur le plan technique, l'accès à une tarification dynamique suppose que le site soit équipé d'un compteur communicant et que le fournisseur propose une offre basée sur le marché spot. Depuis juillet 2023, les plus grands fournisseurs français sont obligés de proposer une offre à tarification dynamique aux consommateurs équipés d'un compteur communicant, conformément à la directive européenne. Le prix de l'énergie dans ces offres varie au moins à l'heure près, selon les fluctuations du marché, et fait l'objet d'une communication transparente sur ses risques et sa volatilité.

Dans certains cas de forte consommation annuelle, une infrastructure de mesure et de gestion spécifique peut être requise, mais cela dépend des modalités du tarif et du gestionnaire de réseau local. Pour toutes les offres dynamiques réglementées, un plafonnement mensuel des factures protège le consommateur contre les pics extrêmes de prix. Une infrastructure de recharge communicante et télécommandée optimise l'utilisation automatique des tarifs.

Les tarifs dynamiques offrent la possibilité de réduire les coûts d'électricité, par exemple grâce à la recharge automatisée aux heures les plus avantageuses. Cela requiert un EMS (Energy Management System) capable de traiter les signaux de prix en temps réel et d'adapter les cycles de recharge en conséquence.

#### Domaines d'application :

- commerce, flottes, immeubles collectifs
- Combinaison avec l'optimisation photovoltaïque et la gestion de la charge

#### Importance pour le secteur de l'électricité :

- Compréhension technique des modèles tarifaires
- Installation et configuration des fonctions EMS correspondantes
- Intégration dans le conseil et la planification de projets
- Surveillance et vérification des effets (coûts/CO<sub>2</sub>) à l'aide de rapports appropriés



## reev Tarif d'électricité – Le tarif d'électricité pour véhicules électriques de reev

- Combinable avec la plateforme d'énergie et de recharge reev
- Transfert automatique des processus de recharge vers des créneaux horaires plus avantageux (prix Day-Ahead)
- Prise en compte des heures de départ et du niveau de charge souhaité
- Optimisation assistée par IA : réduction des coûts d'approvisionnement en électricité pouvant atteindre 85%

Vos avantages :

- Électricité 100 % verte certifiée
- Pas de frais de changement, pas d'engagement à long terme
- Résiliable chaque mois
- Service de changement complet, y compris la coordination avec le gestionnaire de réseau et le fournisseur

[En savoir plus](#)

de chauffage, stockage de batteries)

- La coopération avec d'autres corps de métier devient plus importante

### Conclusion :

De nombreuses technologies qui sont encore considérées aujourd'hui comme futuristes sont déjà sur le point d'être mises en application. Le V2H, l'IA et les tarifs dynamiques modifient les exigences en matière d'infrastructure de recharge – et les compétences requises dans le secteur de l'électricité. Ceux qui s'y intéressent dès maintenant pourront proposer à leurs clients des solutions durables, économiques et pérennes. Le secteur de l'électricité endosse ainsi un nouveau rôle : il combine l'électricité, les logiciels et la compréhension des systèmes.

## 8. Normes et obligations

Ce que le secteur de l'électricité doit prendre en compte lors de la planification, de l'installation et de l'exploitation : l'infrastructure de recharge n'est pas une solution plug-and-play, elle est soumise à des spécifications techniques et à des exigences légales claires. Quiconque met en œuvre des projets de recharge doit non seulement effectuer une installation dans les règles de l'art, mais aussi respecter les normes et les obligations de déclaration en vigueur.

### 1. Règles techniques de raccordement et raccordement au réseau

#### Obligation d'enregistrement auprès de l'exploitant du réseau :

En France, la puissance des bornes de recharge pour véhicules électriques varie généralement entre 3,7 kW (monophasé, 16 A) et 22 kW (triphasé, 32 A). Ces puissances correspondent aux besoins courants des utilisateurs privés et semi-publics.

Le seuil réglementaire d'enregistrement auprès du gestionnaire de réseau local (comme Enedis) ne concerne pas une seule borne, mais la puissance totale du raccordement au réseau. Ce seuil est typiquement fixé à environ 36 kVA pour les raccordements basse tension, ce qui représente la somme des puissances des équipements raccordés sur un même point d'alimentation.

## 4. Couplage sectoriel : interaction entre mobilité, stockage, chaleur et électricité

Installation photovoltaïque sur le toit, pompe à chaleur dans la cave, voiture électrique sur le parking, batterie de stockage sur le terrain : tous ces systèmes font partie de l'infrastructure et s'influencent mutuellement. Le couplage sectoriel désigne l'interaction intelligente entre ces consommateurs, ces systèmes de stockage et ces producteurs.

**Le EMS devient alors le centre de contrôle** qui décide, en fonction de la situation, si l'électricité doit être chargée, stockée ou consommée.

### Importance pour le secteur de l'électricité :

- L'infrastructure de recharge fait partie d'un système global interconnecté
- Une compréhension interdisciplinaire est nécessaire (par exemple, interfaces avec la technologie

Ainsi, une borne individuelle n'atteint pas cette valeur, mais dès que la puissance totale raccordée dépasse ce seuil, une déclaration voire une autorisation spécifique est requise. Pour les dispositifs à consommation contrôlable, une concertation avec le gestionnaire de réseau est obligatoire afin d'assurer une gestion adaptée.

### **Règle technique de raccordement réseaux basse tension en France :**

En France, la norme principale pour les installations électriques, y compris les bornes de recharge, est la norme NF C 15-100, qui couvre la conception, la réalisation et la vérification des installations basse tension dans les bâtiments. Cette norme met l'accent sur la sécurité des personnes et des biens, avec des prescriptions spécifiques pour la protection électrique, notamment les sections de câbles, les dispositifs différentiels et les disjoncteurs.

Les bornes de recharge doivent être raccordées selon cette norme et respectent des critères précis pour prévenir les déséquilibres de charge dans le réseau triphasé. En particulier, une gestion appropriée des charges monophasées et le bon équilibrage entre phases sont essentiels pour assurer la stabilité du réseau.

Le décret n° 2021-546 impose également que l'installation d'une borne de recharge de plus de 3,7 kW soit réalisée par un professionnel qualifié IRVE, garantissant ainsi la conformité aux normes de sécurité. Par ailleurs, une concertation avec le gestionnaire de réseau (ex. Enedis) est requise pour les dispositifs à consommation contrôlable afin d'assurer une intégration harmonieuse dans le réseau électrique.

### **Compatibilité avec le réseau :**

La gestion de charge utilisée doit garantir que la puissance absorbée maximale de l'installation ne dépasse pas la puissance de raccordement admissible.

### **Cadre réglementaire pour les dispositifs pilotables de recharge :**

En France, les points de recharge sont considérés comme des dispositifs pilotables, permettant au gestionnaire de réseau de réduire temporairement la puissance de recharge en fonction des besoins du réseau. Cette gestion dynamique s'effectue via un système de gestion de l'énergie (EMS) ou un dispositif de contrôle intégré au point de raccordement.

La réglementation française favorise le développement de ces dispositifs pilotables pour optimiser la sécurité et la stabilité du réseau électrique, notamment dans le cadre du déploiement des infrastructures de recharge

publiques et privées. Les principales références légales incluent l'article L. 353-11 du Code de l'énergie et l'Arrêté du 19 juillet 2018 relatif aux dispositifs permettant de piloter la recharge des véhicules électriques.

## **2. Technique de protection et installation**

### **Disjoncteur différentiel :**

La norme NF C 15-100 recommande l'utilisation d'un disjoncteur différentiel de type A (ou éventuellement type F) adapté à la borne de recharge, avec un seuil de sensibilité de 30 mA. Il faut respecter les indications du fabricant et les prescriptions de la norme.

### **Protection contre les surtensions :**

Obligatoire dans les nouvelles constructions et lors de modifications importantes des installations existantes, conformément à la norme NF C 15-100 et au décret n° 2017-26 relatif aux infrastructures de recharge pour véhicules électriques (IRVE). Cette protection protège les équipements contre les surtensions atmosphériques ou de pollution du réseau.

### **Pose et dimensionnement des câbles :**

À réaliser selon les règles définies dans la norme NF C 15-100 et les bonnes pratiques d'installation électrique pour véhicules électriques. La section des câbles, la longueur, et le type de pose doivent assurer la sécurité, limiter les pertes et respecter les caractéristiques des matériels installés.

### **Planification des phases et protection :**

Particulièrement importante en cas de plusieurs points de recharge, notamment pour les charges monophasées, afin d'éviter les déséquilibres de charge et les surcharges sur les phases. Un équilibre entre phases doit être garanti pour la stabilité du réseau.

### **Intégration des compteurs, documentation et contrôle :**

La mise en service conforme implique la pose de compteurs adaptés, une documentation technique complète ainsi que la réalisation de contrôles périodiques conformément aux normes en vigueur, assurant la sécurité et la conformité réglementaire.



### 3. Facturation et législation sur les poids et mesures

#### Recharge conforme à la législation sur les poids et mesures :

Lorsque les processus de recharge sont facturés à des tiers (employés, locataires, visiteurs), ils doivent respecter la législation française sur les instruments de mesure et l'étalonnage, notamment les exigences du Code de la consommation et les prescriptions de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF).

Seuls des équipements certifiés conformes aux normes métrologiques françaises ou européennes (par exemple, compteurs MID avec certification conforme) et des systèmes backend validés peuvent être utilisés pour assurer la fiabilité et la légalité de la facturation.

L'usage exclusif de compteurs MID ne suffit pas toujours si une facturation juridiquement sûre est exigée. Des solutions intégrées certifiées sont nécessaires pour garantir la validité des données de consommation utilisées dans la facturation.

### 4. Protection des données et sécurité informatique

#### Traitements des données conformes au RGPD :

Dans le cas des systèmes basés sur le cloud, il convient de veiller à ce que le traitement des données à caractère personnel soit conforme à la protection des données.

→ Stockage des données sensibles (par exemple, profils d'utilisateurs, comportement de recharge) uniquement dans des centres de données certifiés.

#### Sécurité informatique :

les accès à distance aux points de recharge, aux interfaces de gestion de l'énergie ou aux passerelles de compteurs intelligents doivent être cryptés et sécurisés.

#### Certification ISO/IEC 27001:2022 chez reev

reev est certifié **ISO/IEC 27001:2022**, la norme internationalement reconnue pour les systèmes de gestion de la sécurité de l'information (ISMS).

Pour nos clients, cela signifie :

- Protection des données sensibles telles que les informations de facturation, les identités des utilisateurs et les droits d'accès selon les normes de sécurité les plus strictes
- Prise en charge de la conformité au RGPD et à la protection des données
- Contrôle et développement continu de nos mesures de sécurité
- Une plateforme reev résiliente et pérenne, même face aux nouvelles cybermenaces

Cette certification confirme notre volonté d'ancre la sécurité de l'information de manière holistique dans tous les processus de l'entreprise.

[En savoir plus](#)

## 9. Conclusion : de nouvelles opportunités pour le secteur de l'électricité

La mobilité électrique modifie le profil professionnel dans le secteur de l'électricité, non pas à terme, mais dès maintenant. Chaque nouvelle station de recharge augmente les exigences en matière de compétences numériques, de compréhension des systèmes et de technologies de communication. Mais c'est précisément là que réside une grande opportunité pour les entreprises spécialisées : celles qui comprennent aujourd'hui les systèmes de contrôle basés sur le cloud, la gestion intelligente de la charge et les systèmes de gestion de l'énergie se positionnent comme des partenaires recherchés sur le marché de demain.

## **Qu'est-ce qui reste artisanal, qu'est-ce qui devient numérique ?**

Poser des câbles, dimensionner les lignes, installer des dispositifs de protection : cela reste la tâche principale. Mais un écosystème numérique se développe autour de la station de recharge : plateformes logicielles, gestion des utilisateurs, tarifs dynamiques, dépannage automatisé assisté par l'IA. Cette évolution ne rend pas le métier d'électricien superflu, bien au contraire : il devient le lien entre l'énergie, l'informatique et l'utilisateur.

- Le marché des infrastructures de recharge est en pleine croissance, tout comme le besoin en entreprises spécialisées qualifiées.
- Les logiciels et les solutions cloud ne sont pas des compléments, mais font partie intégrante des solutions énergétiques et de recharge modernes.
- Comprendre l'interface entre l'énergie et la mobilité devient un facteur décisif de réussite dans la transition énergétique.

## **Nouveaux rôles et nouvelles possibilités**

- **Planification et conseil** : quels composants sont adaptés à la situation du réseau et aux besoins des clients ?
- **Intégration** : comment intégrer correctement l'infrastructure de recharge sur le plan technique et numérique ?
- **Accompagnement vers l'avenir** : quelles fonctions peuvent être ajoutées ultérieurement : photovoltaïque, stockage, V2H, V2G ?

Les exigences augmentent, mais la valeur ajoutée aussi. Ceux qui se forment dès maintenant et installent des systèmes pérennes se créent un nouveau pilier à long terme.

## **Conclusion pour l'entreprise**

**L'avenir est dans le cloud, mais il se construit sur place.**