



GESTIONNAIRE DE CHARGE

# CHARGE UNIX HUB

Gestion Intelligente et  
Supervision de Bornes de  
Recharge pour Véhicules  
Électriques



122 rue Amelot  
75011 Paris  
France

01 83 64 60 43

[contact@charge-unix.fr](mailto:contact@charge-unix.fr)



<https://www.charge-unix.fr>



# 1. Introduction

## 1.1 Présentation du Charge Unix HUB

Le Charge Unix HUB est un gestionnaire de charge (Energy Management System – EMS) dédié aux infrastructures de recharge pour véhicules électriques (IRVE).

Il permet de superviser, piloter et optimiser en temps réel un parc de bornes de recharge, en garantissant le respect des contraintes électriques du site.

Le système repose sur une architecture locale, installée au plus proche des équipements (bornes de recharge, tableaux électriques, équipements de mesure, sources d'énergie), assurant une gestion autonome, fiable et réactive de la distribution d'énergie.

Le Charge Unix HUB est compatible avec l'ensemble des bornes utilisant le protocole OCPP 1.6 JSON, indépendamment du fabricant.

Il peut fonctionner :

- De manière autonome, sans opérateur de charge,
- En complément d'un système centralisé (CPO),
- Ou en mode hybride combinant gestion locale et supervision distante.

Le système constitue une brique centrale de pilotage énergétique, intégrant à la fois :

- La gestion dynamique de la puissance (EMS),
- La supervision des bornes,
- La gestion des accès utilisateurs,
- L'intégration avec des systèmes tiers.

## 1.2 Objectifs et périmètre

Le présent document a pour objectif de décrire le fonctionnement technique du Charge Unix HUB, ainsi que ses capacités d'intégration au sein d'une infrastructure IRVE.

Il couvre notamment :

- L'architecture du système,
- Le fonctionnement du système EMS,
- Les fonctionnalités techniques détaillées,
- Les interfaces et protocoles de communication,
- Les caractéristiques matérielles et logicielles.

Le périmètre inclut :

- Le pilotage des bornes de recharge via OCPP,
- L'intégration des équipements énergétiques (compteurs, photovoltaïque, stockage),
- La gestion des utilisateurs et des sessions de recharge,

- Les mécanismes d'optimisation énergétique.

Ce document s'adresse principalement aux :

- Bureaux d'études (BE),
- Intégrateurs,
- Exploitants d'infrastructures IRVE,
- Équipes techniques en charge du déploiement et de l'exploitation.

### 1.3 Définitions

Afin de faciliter la lecture du document, les principaux termes techniques utilisés sont définis ci-dessous.

#### **IRVE (Infrastructure de Recharge pour Véhicules Électriques)**

Ensemble des équipements permettant la recharge des véhicules électriques (bornes, câblage, protections électriques, systèmes de supervision).

#### **EMS (Energy Management System)**

Système de gestion de l'énergie permettant d'optimiser la distribution de puissance en fonction des contraintes du site et des usages.

#### **OCPP (Open Charge Point Protocol)**

Protocole standard de communication entre les bornes de recharge et un système central. Le Charge Unix HUB est compatible avec la version 1.6 JSON.

#### **CPO (Charge Point Operator)**

Opérateur de recharge chargé de la supervision, de la gestion des utilisateurs et de la facturation des sessions.

#### **RFID (Radio Frequency Identification)**

Technologie d'identification sans contact utilisée pour l'authentification des utilisateurs sur les bornes de recharge (badges, cartes).

#### **NFC (Near Field Communication)**

Technologie de communication sans contact dérivée du RFID, utilisée notamment pour les badges et les smartphones compatibles.

#### **TGBT (Tableau Général Basse Tension)**

Point central de distribution électrique d'un site, à partir duquel sont alimentés les différents tableaux et équipements.

#### **TD (Tableau Divisionnaire)**

Tableau électrique secondaire alimenté depuis le TGBT, distribuant l'énergie vers des zones ou usages spécifiques.

#### **Modbus (TCP / RTU)**

Protocole de communication industriel utilisé pour échanger des données avec des équipements énergétiques (compteurs, onduleurs, systèmes de stockage).

**API (Application Programming Interface)**

Interface permettant l'échange de données entre le Charge Unix HUB et des systèmes tiers.

**MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)**

Protocole léger de communication utilisé pour les échanges de données en temps réel, notamment dans les environnements IoT.

**OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture)**

Protocole standard d'échange de données industrielles, utilisé pour l'intégration avec des systèmes de supervision.

**Node-RED**

Outil d'orchestration et d'automatisation permettant de créer des scénarios personnalisés et d'interfacer le système avec des équipements ou services tiers.

**GTB / GTC (Gestion Technique du Bâtiment / Centralisée)**

Systèmes permettant la supervision et le pilotage des équipements techniques d'un bâtiment (éclairage, CVC, énergie).

**CVC (Chauffage, Ventilation, Climatisation)**

Ensemble des systèmes assurant le confort thermique et la qualité de l'air dans un bâtiment.

**ZNI (Zones Non Interconnectées)**

Territoires dont le réseau électrique est isolé du réseau continental (Corse, DOM, îles), nécessitant des mécanismes spécifiques de pilotage énergétique.

## 2. Vue d'ensemble de la solution

### 2.1 Présentation générale

Le Charge Unix HUB est un gestionnaire de charge pour infrastructures de recharge de véhicules électriques (IRVE). Il permet de superviser, piloter et optimiser en temps réel un parc de bornes de recharge, tout en garantissant le respect des contraintes électriques du site.

Le système repose sur une architecture locale, installée au plus proche des équipements (bornes de recharge, tableaux électriques, onduleurs, groupes électrogènes), assurant une gestion autonome, fiable et réactive de la distribution d'énergie.

Le Charge Unix HUB peut fonctionner :

- De manière autonome (sans opérateur de charge),
- Ou en complément d'un système centralisé (CPO / supervision cloud).

Il est compatible avec toutes les bornes utilisant le protocole OCPP 1.6 JSON, indépendamment du fabricant.

### 2.2 Objectifs de la solution

Le Charge Unix HUB répond à plusieurs enjeux techniques et opérationnels liés au déploiement des infrastructures IRVE.

#### Maîtrise de la puissance électrique

- Éviter les dépassements de puissance souscrite
- Prévenir les déclenchements des protections électriques (disjoncteurs, TGBT)

#### Optimisation de l'utilisation de la puissance disponible

- Maximiser l'utilisation de la puissance disponible
- Adapter dynamiquement la distribution d'énergie entre les véhicules

#### Exploitation simplifiée

- Centraliser la supervision des bornes
- Faciliter les opérations de maintenance et de diagnostic

#### Interopérabilité

- Assurer la compatibilité multi-marque
- Permettre l'intégration avec des systèmes tiers (GTB, ERP, supervision)

## 2.3 Architecture globale

Le Charge Unix HUB s'intègre au sein de l'infrastructure électrique et réseau du site, en interaction avec plusieurs éléments :

- Les bornes de recharge (via OCPP),
- Les équipements de mesure (compteurs, centrales de mesure via Modbus),
- Les systèmes externes (supervision, GTB, API),
- Éventuellement un backend de type opérateur de charge (CPO).

Le HUB agit comme un point central de pilotage local, chargé de :

- Collecter les données (consommation du site, état des bornes),
- Calculer la puissance disponible,
- Répartir dynamiquement l'énergie entre les points de charge.

Cette approche décentralisée permet de positionner l'intelligence au plus près des infrastructures électriques, limitant la dépendance aux systèmes distants.

Elle garantit également une continuité de service, y compris en cas de perte de connexion avec des systèmes externes.

## 2.4 Principe de fonctionnement

Le fonctionnement du Charge Unix HUB repose sur un cycle continu de gestion de l'énergie :

### Collecte des données

- Mesure de la consommation globale du site (TGBT)
- Remontée d'état des bornes (sessions en cours, puissance appelée)

### Calcul de la puissance disponible

- Prise en compte des limites électriques (abonnement, infrastructure)
- Intégration éventuelle de sources d'énergie (photovoltaïque, contraintes réseau)

### Répartition de la puissance

- Allocation dynamique entre les bornes actives
- Ajustement en temps réel des consignes de charge

### Envoi des commandes

- Transmission des limites de puissance aux bornes via OCPP

Ce mécanisme permet d'assurer une alimentation optimale des véhicules tout en respectant les contraintes du site.

Ce cycle est exécuté de manière continue, avec une fréquence d'ajustement adaptée aux variations de charge et de consommation du site.

## 2.5 Cas d'usage

Le Charge Unix HUB est conçu pour s'adapter à différents contextes d'exploitation :

### Sites tertiaires / entreprises

- Gestion des bornes pour les salariés et visiteurs
- Optimisation de la puissance sur un parking partagé

### Copropriétés

- Mutualisation de la puissance disponible
- Évolution progressive du nombre de bornes

### Flottes de véhicules

- Priorisation de certains véhicules
- Optimisation des cycles de recharge

### Sites multi-bâtiments

- Gestion répartie par tableaux électriques
- Coordination de plusieurs gestionnaires

## 2.6 Modes de fonctionnement

Le Charge Unix HUB peut fonctionner selon différents modes d'exploitation, en fonction de l'organisation souhaitée pour la gestion des bornes et des utilisateurs.

### Mode autonome (sans opérateur de charge)

Dans ce mode, le Charge Unix HUB assure l'ensemble des fonctions nécessaires à l'exploitation de l'infrastructure :

- Gestion dynamique de la puissance (EMS),
- Supervision des bornes,
- Gestion des accès utilisateurs (badges RFID, autorisations),
- Suivi des sessions de recharge.

Le système fonctionne de manière totalement autonome, sans dépendance à un service externe.

Il peut opérer intégralement en local, y compris en l'absence de connexion internet, tout en maintenant l'ensemble des fonctionnalités essentielles.

### Mode avec opérateur de charge (CPO)

Dans ce mode, le Charge Unix HUB conserve ses fonctions de pilotage énergétique et de supervision locale, mais délègue certaines fonctions à un opérateur de charge externe.

Plus précisément :

- La gestion des autorisations de charge (badges, utilisateurs) est assurée par le CPO,

- Les données liées aux sessions de recharge (consommation, transactions, états) sont transmises au système central.

Ce mode permet une intégration dans une architecture de supervision globale, notamment dans le cadre de réseaux de recharge publics ou multi-sites.

### Mode hybride

Le Charge Unix HUB permet également un fonctionnement hybride, combinant gestion locale et intégration avec un opérateur de charge.

Dans ce mode :

- Certaines bornes sont gérées localement (mode autonome),
- D'autres sont interfacées avec un opérateur de charge.

Cette configuration permet d'adapter finement le fonctionnement du système en fonction des usages, par exemple :

- Bornes internes (flotte, salariés) gérées localement,
- Bornes accessibles au public supervisées par un CPO.

## 2.7 Avantages techniques

Le Charge Unix HUB repose sur une architecture conçue pour garantir performance, fiabilité et flexibilité d'intégration.

Ses principaux avantages sont les suivants :

- Pilotage local en temps réel, indépendant des systèmes cloud, garantissant une forte réactivité et une continuité de service
- Compatibilité multi-marque via le protocole OCPP, permettant une intégration sans contrainte avec les bornes du marché
- Adaptation dynamique de la puissance en fonction de la consommation réelle du site
- Intégration native avec les équipements énergétiques (compteurs, photovoltaïque, etc.)
- Extensibilité grâce à des mécanismes d'automatisation (Node-RED)
- Modèle économique sans abonnement, limitant les coûts d'exploitation

## 2.8 Positionnement de la solution

Le Charge Unix HUB se positionne comme un **Energy Management System (EMS)** dédié aux infrastructures IRVE, combinant :

- Pilotage énergétique,
- Supervision des bornes,
- Interopérabilité avec les systèmes tiers.

Il constitue une brique essentielle pour garantir la fiabilité, la performance et l'évolutivité des installations de recharge.

Il s'inscrit dans une approche globale de maîtrise énergétique des sites, intégrant à la fois les contraintes réseau et les nouvelles sources d'énergie (photovoltaïque, microgrids, zones non interconnectées).

### 3. Architecture du système Charge Unix HUB

Cette section décrit l'architecture technique du **Charge Unix HUB**, en précisant :

- Son positionnement dans l'installation électrique,
- Son rôle dans l'infrastructure de communication,
- Son fonctionnement logiciel et ses interfaces.

L'objectif est de comprendre **comment le gestionnaire de charge s'intègre, collecte les données et pilote les bornes**.

#### 3.1 Positionnement dans l'installation électrique

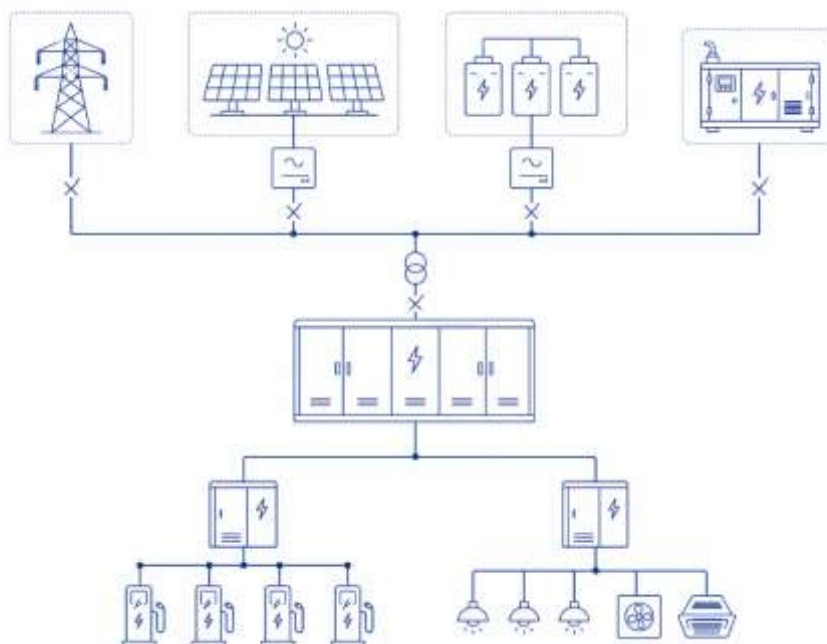
Le Charge Unix HUB est installé au niveau du tableau électrique (TGBT ou tableau divisionnaire IRVE), au plus proche des équipements qu'il pilote.

Il ne transporte pas de puissance : il agit comme un **organe de pilotage et de supervision**, connecté aux équipements de mesure et aux bornes.

Son rôle est de :

- Récupérer les mesures de consommation du site,
- Analyser la puissance disponible,
- Piloter dynamiquement les bornes de recharge.

Le gestionnaire s'intègre dans une architecture pouvant inclure plusieurs sources d'énergie (réseau, photovoltaïque, stockage, groupe électrogène), sans dépendre de leur nature.



## 3.2 Architecture de communication du gestionnaire

Le Charge Unix HUB s'appuie sur une architecture réseau locale de type Ethernet pour interconnecter l'ensemble des équipements.

Il dispose de :

- 2 interfaces réseau Ethernet,
- Un support Modbus (TCP et RTU via convertisseur),
- Une communication OCPP avec les bornes.

### Rôle central du HUB

Le HUB agit comme **point central de communication** entre :

- Les équipements terrain (mesure, production, stockage),
- Les bornes de recharge,
- Les systèmes externes.

### Flux principaux

#### Entrées (mesures)

- Centrale de mesure (puissance, courant, tension)
- Équipements énergétiques (PV, batterie, groupe)

#### Sorties (pilotage)

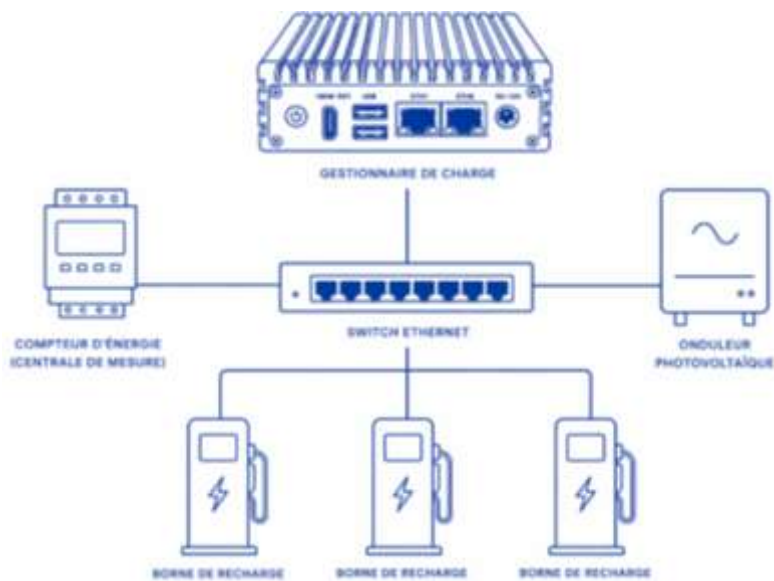
- Bornes de recharge via OCPP (consignes de puissance)

#### Interfaces externes (optionnelles)

- Supervision / GTB
- API / systèmes tiers
- Accès distant

Cette architecture permet un fonctionnement :

- **Temps réel**
- **Local (sans dépendance cloud)**
- **Interopérable multi-équipements**



### 3.3 Architecture logicielle du Charge Unix HUB

Le Charge Unix HUB embarque une plateforme logicielle complète dédiée à la gestion des infrastructures IRVE.

Cette plateforme est structurée autour de plusieurs blocs fonctionnels.

#### Fonctions principales

- **EMS (Energy Management System)**  
Calcul et pilotage de la puissance disponible
- **Supervision**  
Suivi en temps réel des bornes et de l'installation
- **Historique et reporting**  
Enregistrement des données et génération de rapports
- **Alertes et notifications**  
Détection des anomalies et remontée d'événements

#### Moteurs internes

- Gestion de la puissance,
- Règles et politiques de charge,
- Ordonnancement des sessions,
- Gestion des accès utilisateurs (RFID).

## Intégration et extensibilité

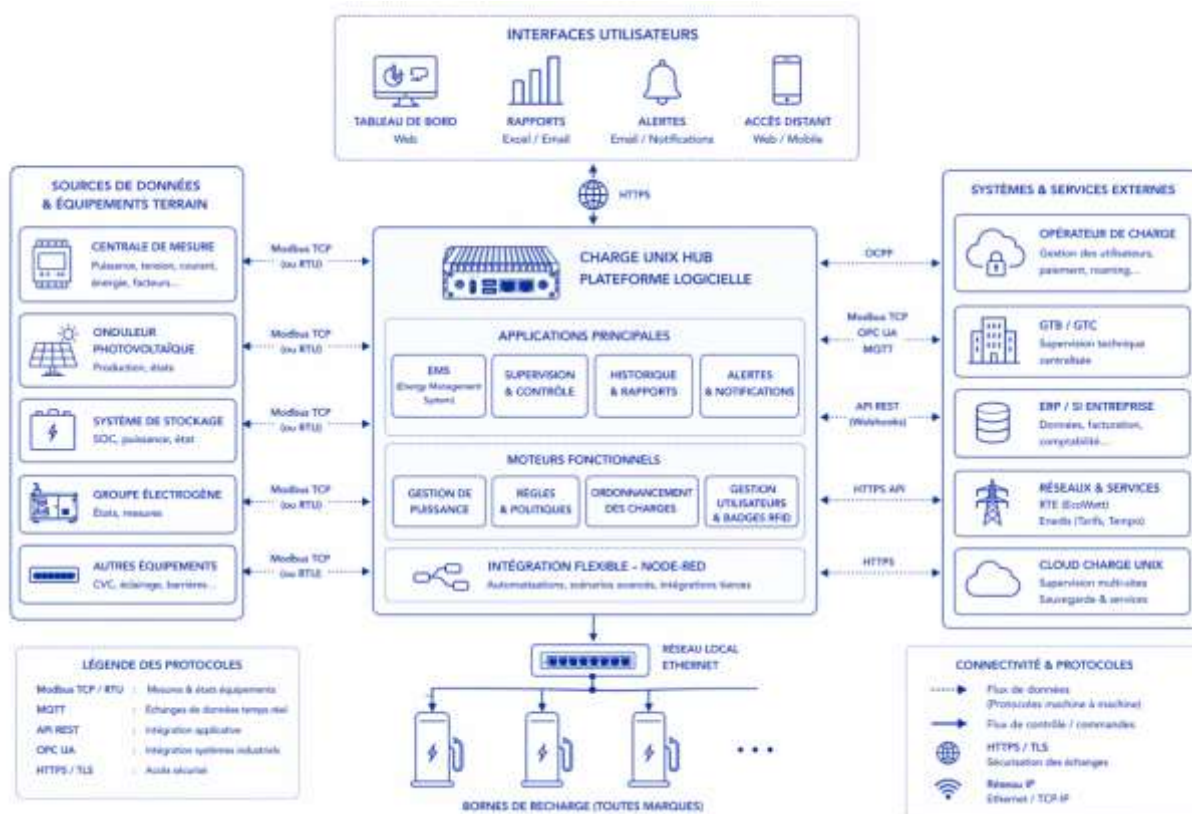
Le HUB intègre un environnement **Node-RED** permettant :

- La création de scénarios personnalisés,
- L'automatisation de traitements,
- L'interfaçage avec des systèmes tiers (GTB, API, MQTT, etc.).

## Interfaces

Le système expose :

- Une interface web locale,
- Un accès distant sécurisé,
- Des API d'intégration,
- Des protocoles industriels standard.



### 3.4 Rôle global du Charge Unix HUB

Au sein de l'installation, le Charge Unix HUB assure en continu :

- L'acquisition des données énergétiques,
- Le calcul de la puissance disponible,
- La répartition dynamique de la puissance,
- Le pilotage des bornes via OCPP,
- La supervision et l'enregistrement des données.

Il constitue ainsi une **brique centrale** garantissant :

- La sécurité électrique de l'installation,
- L'optimisation énergétique,
- La cohérence du fonctionnement du parc de bornes.

## 4. Fonctionnement du système EMS

Cette section décrit le fonctionnement du système de gestion de l'énergie (**EMS – Energy Management System**) intégré au Charge Unix HUB.

L'EMS assure en continu :

- L'analyse de l'état énergétique du site,
- Le calcul de la puissance disponible,
- La répartition dynamique de cette puissance entre les bornes de recharge.

Son objectif est de garantir :

- Le respect des contraintes électriques,
- L'optimisation de l'énergie disponible,
- Une distribution cohérente et équitable entre les utilisateurs.

### 4.1 Principe général

Le fonctionnement de l'EMS repose sur une boucle de calcul continue exécutée à intervalle régulier.

À chaque cycle, le système :

1. Acquiert les données de mesure,
2. Détermine la puissance disponible,
3. Applique les règles de gestion,
4. Calcule une nouvelle répartition de puissance,
5. Envoie les consignes aux bornes.

Ce fonctionnement en boucle permet une adaptation en temps réel aux variations :

- De la consommation du site,
- Du nombre de véhicules en charge,
- Des conditions énergétiques externes.

### 4.2 Acquisition des données

Le Charge Unix HUB collecte en continu les informations nécessaires au pilotage.

#### Données issues de la centrale de mesure

- Puissance active (import / export),
- Courant par phase,
- Énergie cumulée.

### Données issues des bornes

- État (disponible, en charge, défaut),
- Puissance appelée,
- Sessions actives,
- Limitations en cours.

### Données issues d'équipements externes (optionnel)

- Production photovoltaïque,
- État des batteries (charge / décharge),
- État du groupe électrogène,
- Signaux tarifaires ou réseau.

Ces données sont utilisées comme base de calcul pour l'EMS.

## 4.3 Détermination de la puissance disponible

La puissance disponible correspond à la capacité restante du site pouvant être allouée à la recharge.

Elle est déterminée à partir de plusieurs éléments :

### Limite de puissance du site

- Puissance souscrite,
- Limite TGBT,
- Contraintes de câblage ou d'infrastructure.

### Consommation du site

- Consommation instantanée hors IRVE,
- Appels de puissance dynamiques (CVC, process, etc.).

### Production locale

- Production photovoltaïque injectée,
- Contribution du stockage (si présent).

### Principe de calcul

Le système calcule en continu :

$$\text{Puissance disponible} = \text{Limite site} - \text{Consommation instantanée} + \text{Production locale}$$

Cette valeur est ajustée en temps réel pour éviter tout dépassement.

## 4.4 Gestion des consignes

Le fonctionnement de l'EMS repose sur deux types de consignes :

### Consignes statiques

Les consignes statiques définissent des limites fixes :

- Puissance maximale du site,
- Limite par tableau ou groupe de bornes,
- Puissance maximale par borne,
- Priorités éventuelles.

Ces consignes garantissent le respect des contraintes physiques de l'installation.

### Consignes dynamiques

Les consignes dynamiques permettent d'adapter le comportement du système en fonction de paramètres évolutifs :

- Plages horaires (heures pleines / creuses),
- Signaux tarifaires (Tempo, EcoWatt, EJP),
- Disponibilité énergétique (signaux ZNI),
- Scénarios personnalisés (via Node-RED).

Ces consignes modifient les règles de répartition en temps réel.

## 4.5 Répartition de la puissance

Une fois la puissance disponible déterminée, l'EMS répartit cette puissance entre les bornes actives.

### Principes de répartition

- Seules les bornes en charge sont prises en compte,
- Chaque borne reçoit une consigne de puissance,
- La somme des puissances allouées respecte la limite globale.

### Stratégies possibles

- Répartition équitable entre les véhicules,
- Limitation par groupe de bornes,
- Priorisation de certaines bornes ou utilisateurs,
- Adaptation en fonction du nombre de véhicules.

### Ajustement en temps réel

À chaque cycle :

- Si une borne démarre, la puissance est redistribuée,

- Si une borne s'arrête, la puissance est libérée,
- Si la consommation du site augmente, les bornes sont limitées,
- Si la consommation diminue, la puissance est augmentée.

## 4.6 Pilotage des bornes

Le Charge Unix HUB envoie les consignes de puissance aux bornes via le protocole OCPP.

### Fonctionnement

- envoi de limites de puissance ou de courant,
- mise à jour régulière des consignes,
- prise en compte des retours d'état des bornes.

Le pilotage est :

- **centralisé (par le HUB),**
- **temps réel,**
- **adaptatif.**

## 4.7 Gestion multi-tableaux et multizones

Le système permet de gérer plusieurs niveaux de distribution :

- TGBT (niveau global),
- Tableaux divisionnaires,
- Groupes de bornes.

Chaque niveau peut disposer de :

- Limites propres,
- Règles spécifiques,
- Stratégies de répartition.

Cela permet de :

- Respecter les contraintes locales,
- Équilibrer les charges,
- Gérer des infrastructures complexes.

## 4.8 Intégration des sources d'énergie

L'EMS est conçu pour intégrer différentes sources d'énergie.

### Photovoltaïque

- Prise en compte de la production en temps réel,
- Valorisation du surplus pour la recharge.

### Stockage

- Intégration de la capacité de charge/décharge,
- Optimisation des flux énergétiques.

### Groupe électrogène

- Adaptation des consignes en fonction de la capacité disponible,
- Limitation ou suspension de la charge en mode secours.

Cette approche permet une gestion énergétique optimisée, notamment sur les sites contraints ou autonomes.

## 4.9 Fonctionnement en mode dégradé

Le Charge Unix HUB est conçu pour maintenir un fonctionnement stable en cas d'anomalie.

### Perte de communication avec le compteur

- Utilisation de valeurs de secours,
- Limitation conservatrice de la puissance.

### Perte de communication avec certaines bornes

- Exclusion des bornes concernées du calcul,
- Maintien du pilotage des autres équipements.

### Perte de connexion réseau externe

- Fonctionnement entièrement local,
- Maintien de la logique EMS.

Ce fonctionnement garantit la continuité de service.

## 4.10 Cycle de fonctionnement

Le système fonctionne en boucle continue :

1. Acquisition des données
2. Calcul de la puissance disponible
3. Application des règles

4. Répartition de la puissance
5. Envoi des consignes
6. Attente du cycle suivant

Cette boucle est exécutée à intervalle court, permettant une adaptation rapide aux variations du système.

#### 4.11 Objectifs du système EMS

Le système EMS du Charge Unix HUB vise à :

- Éviter tout dépassement de puissance,
- Garantir la sécurité de l'installation,
- Maximiser l'utilisation de l'énergie disponible,
- Assurer une distribution cohérente entre les bornes,
- S'adapter en temps réel aux conditions du site.

## 5. Fonctionnalités techniques détaillées

Cette section décrit les principales fonctionnalités techniques du **Charge Unix HUB**, couvrant la supervision des bornes, la gestion des sessions, les accès utilisateurs, le traitement des données et les capacités d'intégration.

### 5.1 Supervision des bornes

Le Charge Unix HUB assure une supervision complète des bornes de recharge compatibles OCPP.

Il exploite l'ensemble des informations disponibles via le protocole OCPP, notamment :

- États des bornes (Available, Charging, Faulted, etc.),
- Codes défauts et événements,
- Données de consommation (MeterValues),
- Notifications de connexion (BootNotification),
- Événements de session (StartTransaction / StopTransaction).

Le système fonctionne en temps réel grâce à une communication WebSocket entre le backend et l'interface utilisateur, permettant une mise à jour instantanée des informations.

Le HUB peut superviser jusqu'à **600 bornes de recharge**.

### 5.2 Gestion des sessions de recharge

Le Charge Unix HUB gère l'ensemble du cycle de vie des sessions de recharge.

#### Fonctionnement

- En mode autonome :  
le HUB assure localement les autorisations et le suivi des sessions.
- En présence d'un opérateur de charge (CPO) :  
le HUB agit comme un **proxy OCPP**, relayant les échanges entre les bornes et le système central.

Dans tous les cas, le HUB :

- Historise l'ensemble des données de session,
- Conserve une trace complète des échanges.

#### Données enregistrées

- Date et heure de début / fin de session,
- Identifiant utilisateur ou badge RFID,
- Énergie consommée,
- Courbes de charge (MeterValues),

- État et événements associés.

### Commandes à distance

Le système supporte :

- Le démarrage à distance (*Remote Start*),
- L'arrêt à distance (*Remote Stop*).

La puissance de charge est pilotée dynamiquement par l'EMS en fonction :

- Des consignes configurées,
- Des conditions énergétiques,
- Des éventuelles logiques définies via Node-RED.

## 5.3 Gestion des accès et des utilisateurs

Le Charge Unix HUB intègre un système complet de gestion des accès.

### Fonctionnement local

Le HUB peut fonctionner de manière totalement autonome avec une base locale d'utilisateurs et de badges RFID.

### Fonctionnalités

- Autorisation par badge RFID,
- Restriction par borne ou groupe de bornes,
- Gestion de plages horaires :
  - Jours de la semaine,
  - Créneaux horaires,
- Attribution de quotas d'énergie :
  - Crédit d'énergie par utilisateur,
  - Recharge automatique périodique du crédit.

Ce système permet un contrôle fin des usages, adapté aux environnements :

- Entreprises,
- Copropriétés,
- Flottes.

En mode CPO, la gestion des accès peut être déléguée tout en conservant des mécanismes de fallback local.

## Compatibilité des badges RFID

Le Charge Unix HUB est compatible avec l'ensemble des badges RFID supportés par les bornes de recharge.

Dans la majorité des cas, les bornes du marché utilisent des technologies conformes à la norme **ISO/IEC 14443-3 Type A**, qui constitue le standard principal pour l'identification sans contact.

Le gestionnaire de charge ne limite pas le type de badge utilisé :

- Il s'appuie sur les identifiants transmis par les bornes via le protocole OCPP,
- Il est donc compatible avec tout badge reconnu par la borne (RFID, NFC, cartes opérateurs, etc.).

Cette approche garantit une interopérabilité maximale avec les équipements existants et permet une intégration simple dans les environnements clients, sans contrainte sur le matériel RFID.

## 5.4 Historique, données et reporting

Le Charge Unix HUB assure la collecte et la conservation des données sur le long terme.

### Stockage des données

- Conservation des données sur une durée longue (jusqu'à plusieurs décennies),
- Gestion automatique de la saturation mémoire via des mécanismes de purge intelligents.

### Exploitation des données

Le système propose :

- Export des données au format Excel,
- Envoi automatique de rapports par email,
- Accès aux données via API.

### Analyse

- Agrégation des données sur des périodes personnalisables,
- Visualisation des consommations et des usages,
- Suivi énergétique global du site.

## 5.5 Gestion des alertes et notifications

Le Charge Unix HUB intègre un système d'alerte permettant de détecter les anomalies et d'informer les exploitants.

### Types d'alertes

- Défauts des bornes,
- Perte de communication,

- Anomalies de fonctionnement.

### Modes de notification

- Envoi d'emails,
- Intégration avec des systèmes externes via Node-RED :
  - Webhooks,
  - SMS,
  - Systèmes de supervision.

## 5.6 Fonctionnement en mode dégradé

Le système est conçu pour assurer une continuité de service en cas de défaillance.

- **Perte de connexion internet :**  
fonctionnement complet maintenu (EMS, RFID, sessions).
- **Perte de connexion avec le CPO :**  
basculement automatique en fonctionnement local.
- **Redémarrage du HUB :**  
reprise automatique des sessions en cours.

Ce comportement garantit une exploitation fiable, indépendante des systèmes externes.

## 5.7 Compatibilité et interopérabilité

Le Charge Unix HUB est compatible avec toutes les bornes respectant le protocole **Ocpp 1.6 JSON**.

- Support des bornes AC et DC,
- Compatibilité multi-marque,
- Intégration transparente dans des environnements hétérogènes.

## 5.8 Gestion multi-sites

Le Charge Unix HUB permet de gérer plusieurs sites depuis une même infrastructure.

- Un HUB peut superviser plusieurs installations,
- La gestion dynamique de la puissance est assurée localement par site,
- Les sites distants peuvent être gérés avec des consignes statiques.

Cette architecture permet une centralisation de la supervision tout en conservant une logique de pilotage local.

## 5.9 Automatisation et extensibilité (Node-RED)

Le Charge Unix HUB intègre un environnement **Node-RED** permettant une personnalisation avancée du système.

### Accès aux données

Node-RED permet d'accéder à :

- L'ensemble des données du système (états des bornes, de l'installation et du système),
- Les événements temps réel,

### Cas d'usage

- Pilotage d'équipements tiers (barrières, vérins, éclairage),
- Asservissement à la production photovoltaïque,
- Anticipation énergétique,
- Envoi de notifications avancées,
- Mise à disposition des données vers une GTB (Modbus, MQTT, API).

Cette capacité d'automatisation permet d'adapter finement le système aux besoins spécifiques de chaque installation.

## 5.10 Interfaces utilisateur et accès

Le Charge Unix HUB propose plusieurs interfaces d'accès.

### Interface web

- Interface locale accessible sur le réseau,
- Supervision en temps réel,
- Configuration du système.

### Accès distant

Le système permet, en option :

- L'activation d'un accès distant sécurisé,
- La génération d'une URL dédiée pour accéder au HUB,
- L'accès distant aux services OCPP pour connecter des bornes via internet.

### Gestion des utilisateurs

- Multi-utilisateurs,
- Gestion des rôles (administrateur, exploitant).

### Plateforme distante

Le service **Charge Unix Remote** permet :

- D'accéder à l'ensemble des HUB via un réseau privé virtuel,
- De centraliser les accès et la supervision multi-sites.

### Sécurité

- Authentification par login / mot de passe,
- Communication sécurisée en HTTPS.

## 6. Interfaces et protocoles

Cette section décrit les interfaces matérielles et logicielles du **Charge Unix HUB**, ainsi que les protocoles utilisés pour la communication avec les bornes, les équipements énergétiques et les systèmes tiers.

### 6.1 Interfaces matérielles

Le Charge Unix HUB dispose des interfaces suivantes :

#### Interfaces réseau

- **2 ports Ethernet RJ45** indépendants
  - Configuration possible en DHCP ou IP statique,
  - Possibilité d'activer un serveur DHCP sur le HUB.

Cette double interface permet :

- L'isolation de réseaux,
- L'intégration dans des architectures réseau complexes.

#### Interface série

- **USB vers RS485**
  - Utilisé pour la communication Modbus RTU avec les équipements terrain.

#### Interface USB

- Connexion de périphériques USB, notamment :
  - **Clé USB pour sauvegarde automatique.**

Le système réalise automatiquement des sauvegardes quotidiennes des données sur le support USB, permettant une restauration rapide en cas de remplacement du matériel.

#### Alimentation

- Alimentation fournie : **230 VAC / 12 VDC**

### 6.2 Communication avec les bornes (OCPP)

Le Charge Unix HUB implémente le protocole **OCPP 1.6 JSON**.

#### Rôles du HUB

- **Central System OCPP local**
- **Proxy OCPP** vers un opérateur de charge (CPO)

#### Transport

- WebSocket non sécurisé : `ws://<ip_du_hub>:9000/`
- WebSocket sécurisé (TLS) : `wss://<ip_du_hub>:9043/`

Le système permet :

- L'utilisation de certificats TLS personnalisés,
- Une communication sécurisée avec les bornes.

### Fonctionnalités supportées

Le HUB supporte l'ensemble des fonctionnalités standard OCPP 1.6, notamment :

- Gestion des connexions (BootNotification, Heartbeat),
- Supervision des états,
- Remontée des mesures (MeterValues),
- Gestion des sessions (Start / Stop Transaction),
- Commandes à distance,
- Smart Charging (pilotage de puissance),
- Mise à jour firmware,
- Récupération des diagnostics.

### Services associés

- **Serveur FTP intégré** permettant :
  - La récupération des fichiers de diagnostic,
  - La mise à disposition des firmwares pour les bornes.

## 6.3 Communication avec les équipements énergétiques (Modbus)

Le Charge Unix HUB assure l'intégration des équipements énergétiques via le protocole Modbus.

### Modes supportés

- **Modbus TCP (client)**
- **Modbus RTU (via interface RS485)**

### Équipements compatibles

- Centrales de mesure,
- Onduleurs photovoltaïques,
- Systèmes de stockage,
- Groupes électrogènes,
- Autres équipements industriels compatibles Modbus.

### Serveur Modbus

Un **serveur Modbus TCP** peut être mis en place via Node-RED, permettant :

- L'exposition des données du HUB,
- La création d'une table de registres personnalisée,
- Un mapping adapté aux besoins de la GTB / GTC.

## 6.4 API et intégration systèmes tiers

Le Charge Unix HUB expose une **API REST** permettant l'intégration avec des systèmes externes.

### Caractéristiques

- Authentification par **token**,
- Échanges au format **JSON**,
- Documentation disponible via **Swagger OpenAPI**.

### Fonctionnalités

- Consultation des données :
  - États des bornes,
  - Sessions de recharge,
  - Données énergétiques,
- Envoi de commandes :
  - Pilotage des bornes,
  - Gestion des sessions,
  - Interaction avec le système.

Cette API permet l'intégration avec :

- Systèmes d'information (ERP),
- Outils métiers,
- Plateformes de supervision.

## 6.5 Protocoles d'intégration avancés (Node-RED)

Le Charge Unix HUB intègre un environnement Node-RED permettant une ouverture étendue vers des protocoles tiers.

### Protocoles supportés

- MQTT
- Webhooks
- Modbus (client et serveur)

- OPC UA
- BACnet
- Et plus généralement tout protocole supporté par Node-RED

### Capacités

- Interconnexion avec des systèmes industriels,
- Automatisation de scénarios,
- Transformation et routage des données,
- Exposition des données vers des systèmes tiers.

Cette approche permet une intégration complète dans des architectures techniques hétérogènes.

## 6.6 Accès distant et connectivité

Le Charge Unix HUB propose un accès distant optionnel.

### Fonctionnalités

- Accès à l'interface web du HUB à distance,
- Exposition du service OCPP pour connexion de bornes via internet.

### Mise en œuvre

- Activation / désactivation depuis l'interface,
- Attribution d'une **URL unique par HUB**,
- Utilisation d'un **tunnel sécurisé basé sur VPN et reverse proxy**.

### Plateforme associée

Le service **Charge Unix Remote** permet :

- De centraliser l'accès aux différents HUB,
- De gérer un parc multi-sites via un réseau privé virtuel.

## 6.7 Sécurité des communications

Le Charge Unix HUB intègre des mécanismes de sécurité standards.

### Sécurisation des échanges

- Support du protocole **HTTPS**,
- Communication OCPP sécurisée via **WSS**.

### Authentification

- Accès par **login / mot de passe**,
- Gestion des rôles utilisateurs :

- Administrateur,
- Exploitant.

### Infrastructure

- Présence d'un **firewall embarqué**,
- Sécurisation des accès distants via VPN.

## 7. Caractéristiques techniques

Cette section présente les caractéristiques techniques du **Charge Unix HUB**, incluant les différentes versions disponibles, les spécifications matérielles ainsi que les conditions d'exploitation.

### 7.1 Gamme de produits

Le Charge Unix HUB est disponible en plusieurs versions, permettant de s'adapter aux différentes tailles d'infrastructures.

#### Versions sur hardware embarqué

Trois versions sont basées sur un même matériel :

- **Charge Unix HUB 10** : jusqu'à 10 bornes
- **Charge Unix HUB 20** : jusqu'à 20 bornes
- **Charge Unix HUB 150** : jusqu'à 150 bornes

Ces versions reposent sur un **système de licence évolutif**, permettant :

- Une montée en capacité sans remplacement matériel,
- Une évolution progressive de l'installation.

#### Version haute capacité

- **Charge Unix HUB 600**
  - Basé sur un hardware spécifique,
  - Destiné aux infrastructures de grande taille,
  - Capacité étendue jusqu'à 600 bornes,
  - Architecture matérielle renforcée pour les environnements à forte densité.

#### Interfaces matérielles spécifiques

Le modèle HUB 600 dispose de capacités étendues :

- **6 ports Ethernet RJ45**
  - Segmentation réseau avancée,
  - Séparation des flux (bornes, supervision, énergie, IT, etc.),
  - Adaptation aux architectures complexes.
- **2 ports USB 3.0**
- **2 ports USB 2.0**

Ces interfaces permettent :

- La connexion de multiples équipements (RS485, stockage, extensions),
- Une meilleure évolutivité matérielle,

- **Une gestion adaptée aux infrastructures de grande envergure.**

### Version virtualisée

- **Charge Unix HUB VM (VMware)**
  - Déployable directement sur l'infrastructure du client (datacenter),
  - Capacité non limitée en nombre de bornes,
  - Dimensionnement dépendant des ressources allouées (CPU, RAM, stockage).

Cette version permet une intégration complète dans des environnements IT existants.

## 7.2 Caractéristiques générales

Caractéristique	HUB 10	HUB 20	HUB 150	HUB 600
Nombre max de bornes	10	20	150	600
Protocole OCPP	1.6 JSON			
Tension d'alimentation	12V–19V DC			12V DC
Consommation	20 W			45W
Certification	CE			
Indice de protection	IP40			
Température de fonctionnement	0 à 50 °C			
Température de stockage	-20 à 60 °C			
Humidité relative	10 à 95 %			
Interfaces réseau	2x Ethernet			6x Ethernet
<b>Largeur</b>	112 mm			150 mm
<b>Hauteur</b>	40 mm			55 mm
<b>Profondeur</b>	100 mm			145 mm

\* Alimentation 230VAC / 12VDC fournie

## 7.3 Caractéristiques matérielles

Le Charge Unix HUB est conçu pour une intégration simple en environnement électrique.

### Format et installation

- Format compact,
- Fourni avec **support de montage rail DIN**,
- Intégration directe dans une armoire électrique.

### Ventilation

- Fonctionnement passif en conditions standard,
- Possibilité d'ajouter une **ventilation complémentaire** :
  - Recommandée en environnement confiné,
  - Adaptée aux installations en armoire fermée.

### Connectivité

- **2 interfaces Ethernet indépendantes** :
  - Séparation des réseaux possible,
  - Flexibilité d'intégration.
- **Interface USB** :
  - Communication RS485 (Modbus RTU),
  - Support de stockage externe.

### Sauvegarde

- Sauvegarde automatique quotidienne sur clé USB,
- Restauration rapide sur un nouvel équipement en cas de remplacement.

## 7.4 Conditions d'exploitation

Le Charge Unix HUB est conçu pour un fonctionnement en environnement technique.

- Installation en intérieur (armoire électrique),
- Plage de température : **0 à 50 °C**,
- Humidité relative : **10 à 95 % sans condensation**,
- Indice de protection : **IP40**.

## 7.5 Dimensions et intégration

Le Charge Unix HUB présente un encombrement réduit, facilitant son intégration dans les tableaux électriques.

Le produit est conçu pour :

- Une installation rapide,
- Un encombrement minimal,
- Une intégration standard en environnement industriel.



CHARGE UNIX HUB 10 - 20 – 150



CHARGE UNIX HUB 600

## Annexe A - Intégration et pilotage photovoltaïque

### A.1 Principe général

Le Charge Unix HUB intègre la production photovoltaïque dans sa logique de gestion énergétique afin d'optimiser l'utilisation de l'énergie locale.

L'objectif principal est de :

- Maximiser l'autoconsommation de l'énergie produite,
- Réduire les coûts liés à l'énergie,
- Adapter dynamiquement la recharge des véhicules aux conditions de production.

Le système peut fonctionner selon différents modes, notamment :

- Suivi de production photovoltaïque,
- Maximisation de l'autoconsommation (mode principal).

### A.2 Sources de données

Le Charge Unix HUB s'appuie sur plusieurs sources pour estimer et suivre la production photovoltaïque.

#### Données prévisionnelles

Le système se connecte à des services météorologiques afin de récupérer :

- L'irradiance solaire,
- La couverture nuageuse,
- La durée d'ensoleillement,
- Les conditions météorologiques heure par heure.

Ces données sont recalculées en continu (cycle de l'ordre de la minute) afin d'anticiper la production.

#### Données réelles (optionnel)

Le HUB peut également récupérer la production réelle via :

- Modbus (onduleurs),
- API constructeurs (ex : plateformes de supervision).

Le système est capable de gérer :

- Plusieurs onduleurs,
- Plusieurs champs photovoltaïques.

## A.3 Fonctionnement du pilotage photovoltaïque

Le pilotage repose sur une combinaison :

- De prévisions,
- De mesures réelles (si disponibles),
- Des règles définies par l'EMS.

### Anticipation de la production

Avant l'optimum solaire, le système peut :

- Limiter volontairement la puissance des bornes,
- Retarder certaines charges.

Objectif :

- Éviter une consommation prématurée,
- Maximiser l'utilisation de la production photovoltaïque à venir.

### Phase de production

Lorsque la production est disponible :

- La puissance des bornes est augmentée dynamiquement,
- La recharge est alignée sur la production photovoltaïque.

En présence de données réelles (onduleur), le système ajuste en temps réel pour suivre la production.

### Fin de production

Après le pic solaire :

- La puissance peut être maintenue ou ajustée selon les règles définies,
- Le système peut autoriser une recharge complète si nécessaire.

## A.4 Gestion du surplus énergétique

Lorsque la production photovoltaïque est supérieure à la consommation du site :

- La puissance des bornes est augmentée jusqu'aux limites configurées,
- L'énergie excédentaire est prioritairement utilisée pour la recharge.

En l'absence de véhicules :

- L'énergie peut être dirigée vers un système de stockage (si disponible).

Le système permet également de définir un mode :

- **Recharge uniquement sur surplus photovoltaïque,** selon le cahier des charges du client.

## A.5 Interaction avec le système EMS

Le photovoltaïque est intégré directement dans le calcul de la puissance disponible :

- La production vient augmenter la capacité de recharge,
- L'EMS adapte en temps réel la répartition de puissance.

En cas de baisse de production :

- La puissance des bornes est réduite immédiatement,
- Le système garantit le respect des contraintes énergétiques.

## A.6 Stratégies de pilotage

Le comportement du système est entièrement configurable selon les besoins du site.

Les stratégies peuvent inclure :

- Maximisation de l'autoconsommation,
- Limitation de la recharge en dehors des périodes de production,
- Gestion différenciée selon les jours (ex : réduction le week-end),
- Adaptation aux contraintes tarifaires ou énergétiques.

Ces stratégies peuvent être mises en œuvre :

- Via la configuration EMS,
- Ou via des scénarios avancés (Node-RED).

## A.7 Gestion des utilisateurs et priorités

Le Charge Unix HUB permet de différencier les usages :

- Certains utilisateurs ou bornes peuvent être exclus du mode photovoltaïque,
- Possibilité de prioriser certains badges (ex : véhicules professionnels),
- Possibilité d'imposer une puissance minimale de recharge.

Cette approche permet :

- De concilier optimisation énergétique et contraintes opérationnelles.

## A.8 Fonctionnement en mode dégradé

Le système garantit une continuité de fonctionnement :

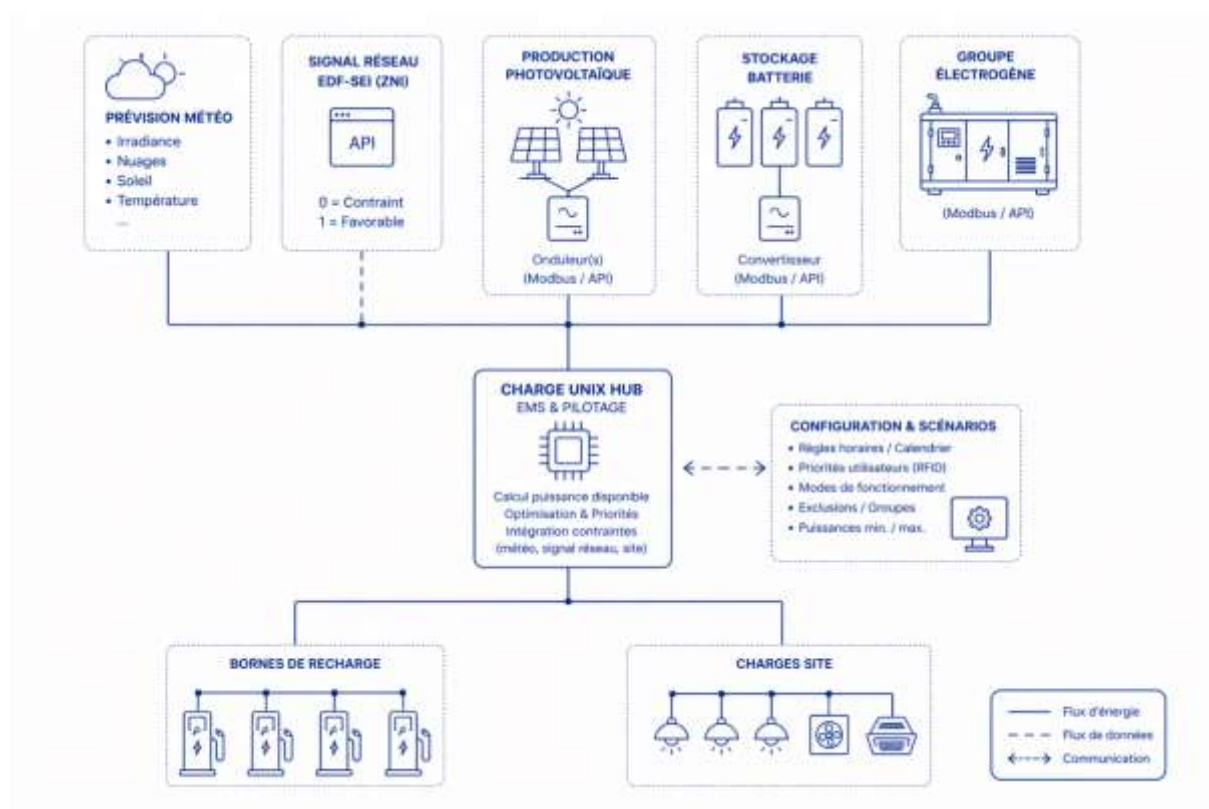
- En l'absence de données onduleur → fonctionnement basé sur les prévisions,
- En cas de perte des données photovoltaïques → retour au fonctionnement EMS standard.

Le système reste opérationnel dans tous les cas.

## A.9 Objectifs du pilotage photovoltaïque

Le pilotage photovoltaïque du Charge Unix HUB vise à :

1. Maximiser l'autoconsommation de l'énergie locale
2. Réduire les coûts énergétiques
3. Optimiser le pilotage de la recharge
4. Réduire l'empreinte carbone des usages



## Annexe B – Fonctionnement en Zone Non Interconnectée (ZNI)

### B.1 Contexte

Les Zones Non Interconnectées (ZNI) correspondent à des territoires dont le réseau électrique est isolé du réseau continental (Corse, DOM, îles).

Dans ces environnements :

- La production d'énergie est locale et contrainte,
- La capacité du réseau est limitée,
- L'équilibre entre production et consommation doit être maintenu en temps réel.

Le développement des infrastructures de recharge pour véhicules électriques impose donc un **pilotage maîtrisé et coordonné de la puissance appelée**.

### B.2 Cadre réglementaire - Programme Advenir

Dans les ZNI, les projets IRVE sont soumis à des exigences spécifiques :

- Les points de recharge d'une puissance supérieure à **25 kW ne sont pas éligibles**,
- La mise en place d'un **pilotage énergétique basé sur le signal EDF-SEI est obligatoire**.

Ce dispositif vise à :

- Éviter les périodes de contrainte réseau, notamment la pointe du soir,
- Limiter les appels de puissance,
- Favoriser les périodes où le mix énergétique est le moins carboné (heures solaires).

### B.3 Signal réseau EDF-SEI

EDF met à disposition, via ses portails Open Data territoriaux, un **signal réseau dédié à la recharge des véhicules électriques**.

Ce signal est spécifique à chaque territoire :

- Corse
- Réunion
- Guadeloupe
- Guyane
- Martinique
- Mayotte
- Îles du Ponant

## Nature du signal

Le signal est binaire :

- **Valeur 1** : créneau favorable - Recharge autorisée à pleine puissance
- **Valeur 0** : créneau défavorable - Recharge à éviter  
→ dans le cadre Advenir : recharge limitée à **mi-puissance**

Ce signal permet d'inciter un pilotage intelligent de la recharge en fonction des contraintes du réseau.

## B.4 Accès au signal via API EDF

Le signal est accessible via les plateformes Open Data EDF sous forme d'API.

### Principe d'accès

- Création d'un compte sur le portail Open Data du territoire,
- Génération d'une **clé API personnelle**,
- Interrogation du dataset "signal réseau – recharge véhicule électrique".

### Caractéristiques techniques

- Format des données : JSON, CSV, Excel,
- Résolution typique : pas de temps fin (ex : 10 minutes),
- Historique disponible (ex : 48h glissantes),
- Quota d'utilisation API (ex : 10 000 requêtes / 24h).

Le signal est récupéré périodiquement par le Charge Unix HUB.

## B.5 Intégration du signal dans le Charge Unix HUB

Le Charge Unix HUB intègre directement le signal EDF-SEI via l'API Open Data.

Le fonctionnement repose sur :

- Une récupération périodique du signal,
- Son interprétation,
- Son intégration dans la logique EMS comme contrainte externe.

Le signal est considéré comme une **entrée prioritaire du système de pilotage**.

## B.6 Fonctionnement EMS avec signal EDF-SEI

Le Charge Unix HUB adapte automatiquement la puissance des bornes en fonction du signal.

### Cas 1 : Signal favorable (1)

- Fonctionnement normal de l'EMS,
- Recharge autorisée à pleine puissance,
- Optimisation énergétique classique (EMS, PV, etc.).

### Cas 2 : Signal défavorable (0)

Le système applique une limitation conforme aux exigences Advenir :

- Réduction de la puissance de charge (**typiquement mi-puissance**),
- Limitation des appels de puissance simultanés,
- Possibilité de retarder ou limiter certaines sessions.

La recharge reste possible mais est **contrainte**.

## B.7 Priorité du signal réseau

Dans un contexte ZNI, le signal EDF-SEI est prioritaire sur les autres logiques de pilotage :

- Il s'impose aux stratégies EMS,
- Il limite ou contraint les consignes envoyées aux bornes,
- Il garantit la compatibilité avec les contraintes réseau.

Le Charge Unix HUB assure la cohérence entre :

- Contraintes réseau (signal EDF),
- Contraintes locales (puissance, production),
- Demandes de recharge.

## B.8 Interaction avec les autres sources d'énergie

Le système peut fonctionner en complément d'autres sources :

- Production photovoltaïque,
- Stockage batterie,

Le Charge Unix HUB optimise la recharge en :

- Valorisant la production locale lorsque le signal est favorable,
- Limitant la charge réseau lorsque le signal est défavorable,
- Combinant production locale et contraintes réseau.

## B.9 Comportement en cas de contrainte réseau

En cas de signal défavorable :

- La puissance des bornes est réduite automatiquement,
- Le nombre de bornes actives peut être limité,
- Certaines charges peuvent être différées.

Ces actions sont appliquées :

- En temps réel,
- Sans intervention humaine,
- De manière cohérente avec le cadre réglementaire.

## B.10 Cas d'usage

Ce fonctionnement s'applique notamment :

- Aux infrastructures IRVE en Corse et DOM-TOM,
- Aux projets soumis au programme Advenir,
- Aux réseaux insulaires ou contraints,
- Aux installations nécessitant un pilotage énergétique avancé.

## B.11 Positionnement du système

Dans un environnement ZNI, le Charge Unix HUB agit comme un :

### **Système de pilotage de la demande énergétique (Demand Response)**

Il permet :

- D'intégrer les IRVE dans l'équilibre du réseau,
- De respecter les contraintes imposées par le gestionnaire,
- De garantir un fonctionnement sécurisé et conforme.

