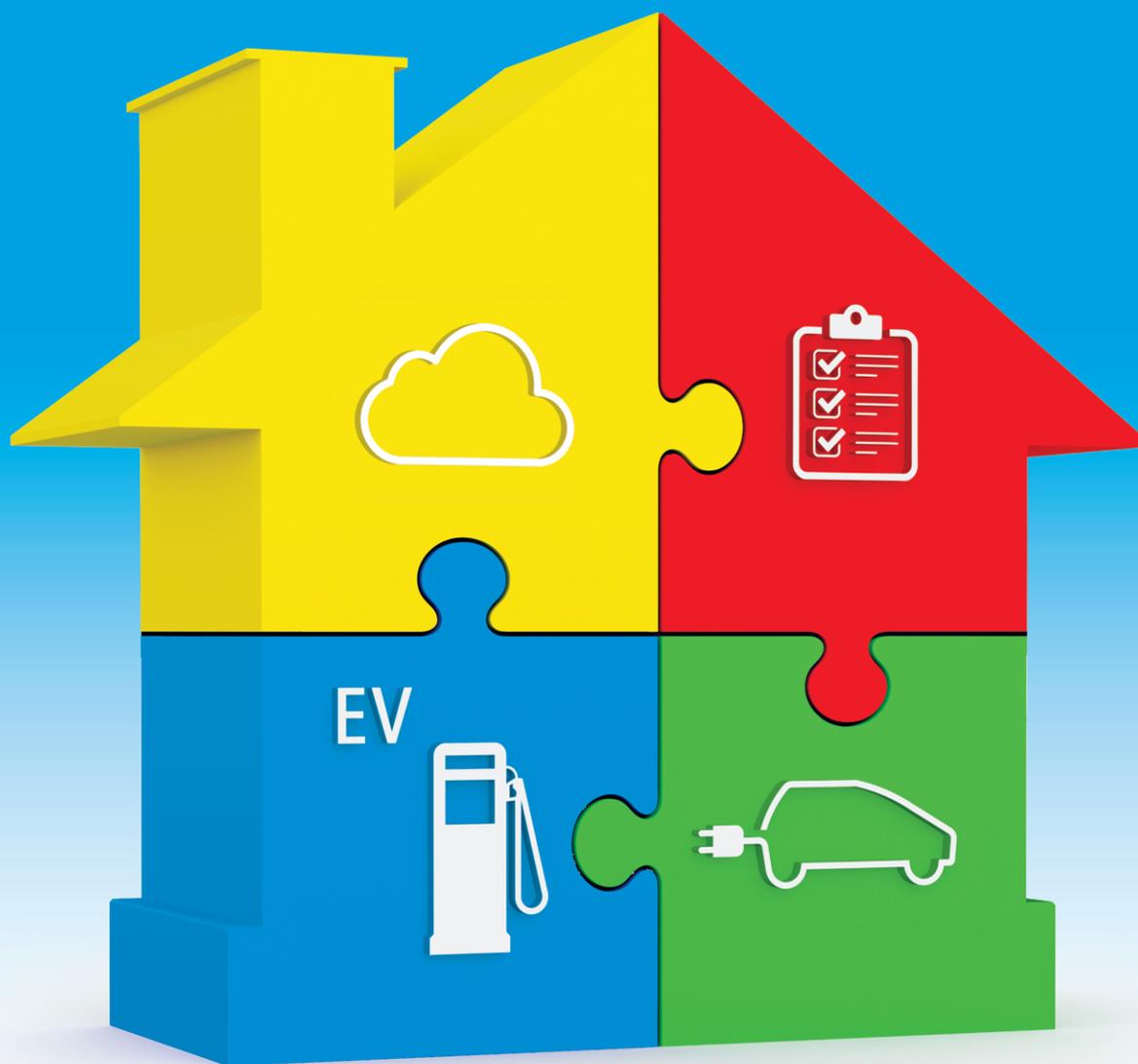


# GUIDE 2022

Installation  
de systèmes de recharge  
pour véhicules électriques

6<sup>ème</sup> édition basée sur les niveaux d'équipement SIA 2060



Auteur :

Protoscar

Sponsoring impression :



Réalisée avec le soutien de :

energie360°

Wir bringen Energie



ewz



SIEMENS

Energiefachstellen der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein



# Il est temps d'investir en infrastructure de recharge

Pour beaucoup, la possibilité de recharger une voiture électrique devient un critère fondamental lors de la recherche d'un logement. Les bornes de recharge apportent une valeur ajoutée considérable aux biens immobiliers. Cependant les propriétaires d'immeubles sont souvent confrontés aux questions de planification et d'installation.

Protoscar vous assiste dans la conception et la planification de l'infrastructure de recharge en vous aidant dans le choix de la technologie, des systèmes d'accès et de facturation. En tant que société de conseil spécialisée en mobilité électrique, nous élaborons pour vous la meilleure stratégie pour l'avenir de manière flexible et indépendante.

## Évaluation mobilité électrique de Protoscar en 4 étapes :

- 1 Évaluation préalable – Évaluation de vos besoins en matière de mobilité électrique
- 2 Analyse – Quantification des bornes de recharge nécessaires
- 3 Planification - Identification des meilleurs emplacements pour l'infrastructure de recharge
- 4 Support à la réalisation – Choix du matériel et des logiciels, des partenaires d'installation, du système d'accès et de paiement pour l'administration de l'infrastructure de recharge

## Votre contact en matière de mobilité électrique



Marius Schwering  
Directeur

marius.schwering@protoscar.ch  
+41 79 525 40 98  
+41 91 649 60 60

## Impressum

Protoscar SA  
Impact Hub Ticino  
Via Antonio Ciseri 3  
6900 Lugano  
Tel.: +41 91 649 60 60  
info@protoscar.ch  
www.protoscar.ch

Rédaction :  
Giorgio Gabba  
Ilaria Besozzi  
Maud Rasmussen  
Denise Schuler  
Iwan Gehrig

Contributions externes :  
Andrea Rolandi  
Christian Müller  
Anja Maurer

Coordination rédaction, traduction et révision :  
Maud Rasmussen  
Marius Schwering  
Giorgio Gabba

Layout :  
Luca Butti

Impression :  
Imprimerie Colorset – Carouge

Le but de ce Guide est celui de fournir des informations qui permettent de planifier les meilleurs pré-aménagements pour l'infrastructure de recharge pour véhicules électriques, en se basant principalement sur les dispositions valables actuellement en Suisse, afin de réduire les coûts d'investissement et, en même temps, d'éviter les mauvais choix (ou mauvais investissements).

Ce Guide a été rédigé par les auteurs d'après leurs connaissances et leurs convictions.

Les auteurs remercient toutes les personnes ayant pris la peine de leur envoyer des commentaires et des corrections, qui ont permis de réaliser une version améliorée et plus complète.

Pour la correction et l'amélioration de cette nouvelle 6ème édition, les compléments et l'apport de précieuses études de cas, nous remercions les partenaires fidèles ainsi que les nouvelles adhésions.

À nouveau partenaires: Kanton Aargau, Energiefachstellen der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein, Invisia et Siemens. Nous remercions tout particulièrement nos partenaires de longue date, à savoir Energie 360°, EKZ, ewz, EVTEC et TCS.

# Table des matières

Ce document est la propriété exclusive de Protoscar SA, cependant, il peut être divulgué gratuitement. Pour toute citation, il faut impérativement indiquer la source des données et l'éditeur. La vente du contenu à des tiers est expressément interdite.

<b>1. Introduction</b>	<b>6</b>
1.1 Évolution de la mobilité électrique	6
1.2 Contenus et structure	7
1.3 Importance économique des lignes directrices	8
1.4 Utilisation des lignes directrices	9
<b>2. La recharge de véhicules électriques</b>	<b>10</b>
2.1 Définitions	10
2.1.1 Modes de charge	11
2.1.2 Puissance de recharge	11
2.1.3 Bornes de recharge	11
2.1.4 Lieux et fréquences de recharge	12
2.1.5 Alimentation véhicules	12
2.1.6 Bidirectionnalité	12
2.2 Nécessité d'utiliser une borne de recharge	13
2.3 Recharge des voitures et des véhicules utilitaires	14
2.3.1 Emplacement des bornes de recharge vs emplacement du connecteur sur le véhicule	15
2.4 Recharge des véhicules commerciaux et des bus	16
2.4.1 Bus électriques	16
2.4.2 Camions électriques	17
2.4.3 Machines agricoles électriques	18
2.5 La recharge des flottes	19
2.6 Recharge des e-bikes, e-trottinettes, e-scooters et e-motos	20
2.6.1 e-bikes	20
2.6.2 Trottinettes électriques	22
2.6.3 Scooters et motos électriques	22
2.7 Évolution future	23
<b>3. Niveaux d'équipement électriques et catégories d'utilisateurs</b>	<b>24</b>
3.1 Catégories d'utilisateurs	24
3.2 Niveaux d'équipement	25
3.3 Segmentation de l'infrastructure de recharge	26
<b>4. Calcul de la puissance requise, du besoin en énergie et des temps de recharge</b>	<b>27</b>
4.1 Système de gestion	27
4.1.1 Nécessité d'utiliser un système de gestion de la charge	27
4.1.2 Principe de fonctionnement des systèmes de gestion de la charge	28
4.2 Calcul de la puissance requise pour la recharge	29
4.3 Calcul du besoin en énergie	30
4.4 Calcul des temps de recharge	30
<b>5. Niveaux d'équipement A et B : recommandations pour le pré-aménagement</b>	<b>31</b>
5.1 Choix du nombre de places de parking	31
5.2 Choix du type de points de recharge	33
5.3 Aménagement des places de recharge	34
5.4 Pré-aménagement pour le système d'alimentation et de communication	37
5.4.1 Pré-aménagement pour le niveau d'équipement A	37

5.4.2	Pré-aménagement pour le niveau d'équipement B	38
5.4.3	Tableau récapitulatif : diamètres tubes	38
<b>6.</b>	<b>Niveaux d'équipement C1 et C2 : recommandations pour la réalisation du système d'alimentation</b>	<b>39</b>
6.1	Choix du type d'alimentation de la borne de recharge	39
6.2	Réalisation du système d'alimentation	41
6.3	Installation des bornes de recharge	42
6.3.1	Borne Wall Box	42
6.3.2	Borne Totem	42
6.3.3	Borne Lampadaire	42
<b>7.</b>	<b>Niveau d'équipement D : recommandations pour l'installation des bornes de recharge</b>	<b>43</b>
7.1	Définition du nombre des bornes	43
7.2	Choix de la borne et de l'emplacement d'installation	44
7.3	Gestion des recharges et de l'énergie	44
7.4	Gestion de la charge en présence du photovoltaïque	46
7.5	Gestion de l'accès et du paiement	47
7.5.1	Gestion des paiements pour les logements multifamiliaux/immeubles	48
7.5.2	Gestion des paiements sur le domaine public	49
7.6	Marquage et signalisation de places de recharge	49
7.7	Permis pour l'installation des bornes de recharge	50
<b>8.</b>	<b>Recommandations supplémentaires pour la réalisation de points de recharge dans des contextes existants</b>	<b>51</b>
<b>9.</b>	<b>Exemples d'application</b>	<b>54</b>
9.1	Places de parking habitants de maison individuelle équipée d'un système photovoltaïque d'accumulation	54
9.2	Places de parking habitants de logement multifamilial/immeuble équipé d'un système photovoltaïque d'accumulation	54
9.3	Places de parking clients/visiteurs	55
9.4	Places de parking e-bikes	55
<b>10.</b>	<b>Études de cas</b>	<b>56</b>
10.1	Logement multifamiliaux et immeubles	56
10.1.1	Areal Suurstoffi – Rotkreuz ZG 2021	56
10.1.2	Complexe résidentiel "Quattro Sorelle" – Bülach 2020	57
10.2	Parkings publiques	58
10.2.1	Places de parking Stolzstrasse 30 – Zurich 2021	58
10.2.2	Volkiland – Zurich 2021	59
10.3	Charge bidirectionnelle	60
10.3.1	V2X – Walperswil BE 2020	60
10.4	Recharge de bus électriques	61
10.4.1	Premier bus électrique pour l'entreprise de transports publics VBG – Aéroport de Zurich 2021	61
10.5	Gestion de l'énergie	62
10.5.1	Ancien bâtiment Ackeretstrasse – Winterthur 2021	62
<b>11.</b>	<b>Appendice</b>	<b>64</b>
11.1	Gestion des recharges, gestion de l'énergie	64
11.1.1	Puissance disponible	65
11.1.2	Méthode de gestion des recharges	65
11.1.3	Type de gestion de la charge	67
11.1.4	Architecture du système	67
11.2	Gestion de l'accès et du paiement	68
<b>12.</b>	<b>Bases légales</b>	<b>73</b>
<b>13.</b>	<b>Annexes</b>	<b>75</b>

# 1. Introduction

Le contexte général de la mobilité électrique en Suisse et les facteurs à la base de son développement sont les principaux thèmes de cette introduction, ainsi que des informations générales sur l'utilisation du guide.

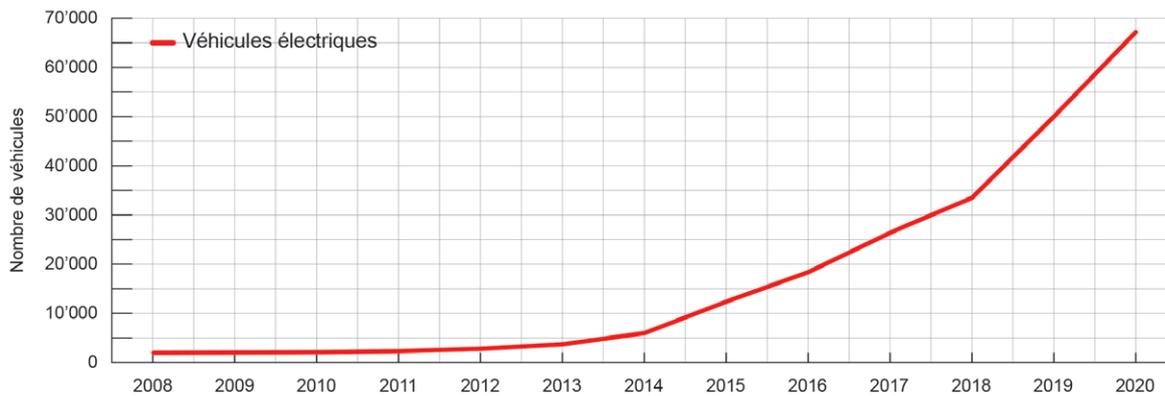
## 1.1 Évolution de la mobilité électrique

Depuis quelques années, le nombre de véhicules rechargeables immatriculés en Suisse a fortement augmenté (Fig. 1). De nombreux constructeurs automobiles investissent beaucoup dans la recherche et le développement dans ce domaine, en proposant sur le marché des modèles toujours plus efficaces et caractérisés par des temps de recharge de plus en plus courts. Les plus grandes entreprises automobiles du monde, telles que le groupe VW ou Stellantis, se sont stratégiquement engagées à passer complètement aux systèmes de propulsion électrique, du moins dans le segment des voitures particulières.

L'évolution du marché des véhicules rechargeables au cours de l'année 2020 et des premiers mois de 2021 confirme les prévisions de forte croissance de la mobilité électrique. En septembre 2021, 20% des voitures vendues en Suisse étaient équipées d'une prise. Cette tendance est confirmée par les données concernant les immatriculations des véhicules rechargeables en Suisse (électriques et hybrides plug-in) fin 2020 : de 2'268 en 2014, on est passé à 33'469 nouvelles immatriculations de véhicules électriques en 2020<sup>1</sup> et à presque 37'000 dans les premiers 9 mois de 2021. Dans les prochaines années, la pénétration du marché des véhicules rechargeables va augmenter jusqu'à atteindre le 100% des immatriculations dans un futur pas si lointain, comme le montrent, par exemple, les scénarios élaborés par Swiss eMobility et Protoscar, qui prévoient qu'on atteindra des pourcentages compris entre 40% et 60% en 2025 et entre 90% et 100% en 2035. La croissance du marché doit être désormais considérée comme irréversible, étant donné qu'elle est favorisée par une série de facteurs, autant du point de vue de la demande que de celui de l'offre, qui sont en train de faire tomber peu à peu tous les obstacles à l'achat.

Parmi les principaux facteurs, on peut citer :

- Les sanctions sur les émissions de gaz à effet de serre qui obligent les producteurs à mettre sur le marché et à vendre des véhicules rechargeables afin d'éviter de s'exposer aux sanctions elles-mêmes. Le fait de stimuler l'offre aura comme effet de stimuler également la demande, étant donné que le nombre plus élevé de marques et modèles disponibles permettront de satisfaire toutes les exigences du marché. À son tour, le transfert d'importantes ressources pour la recherche et le développement des véhicules conventionnels vers les véhicules électriques, rendra les premiers de moins en moins attractifs.
- L'égalité des coûts va être atteinte. La diminution constante du cours des batteries, avec les autres économies d'échelle, va permettre d'atteindre avant la fin de cette décennie l'égalité des prix d'achat entre véhicules conventionnels et véhicules électriques, en faisant tomber ainsi un des principaux obstacles à l'achat de voitures électriques. Alors que jusqu'à récemment, on ne proposait pas d'autonomie de 300 km ou plus pour les voitures de tourisme, la diminution des coûts va permettre, comme cela est déjà en train de se passer, d'obtenir des autonomies conséquentes sur tous les types de voitures. En outre, les coûts d'exploitation, qui, dans certains cas, sont déjà avantageux aujourd'hui, vont le devenir de plus en plus.
- Le développement de l'infrastructure de recharge. La forte présence des infrastructures de recharge, en particulier des bornes de recharge rapide, fera tomber un autre obstacle à l'achat de voitures électriques, à savoir l'autonomie inférieure à celle des véhicules conventionnels. La possibilité de faire n'importe quel trajet avec quelques arrêts pour la recharge rapide deviendra une réalité. Les proprié-



**Fig. 1** : Évolution de la présence de véhicules électriques (PHEV et Range Extender inclus) en Suisse, par année, entre 2009 et 2020 (source : Protoscar).

taires de véhicules conventionnels, en voyant de plus en plus de bornes de recharge lors de leurs trajets quotidiens, se heurteront à un obstacle de moins face à la décision de passer à un véhicule électrique lorsqu'ils remplaceront leur voiture ou en achèteront une nouvelle.

- La familiarité avec la technologie. Un certain nombre d'obstacles à l'achat sont dus à un manque de connaissances, mais une diffusion plus importante des véhicules électriques va rendre cette technologie plus familière au grand public, faisant ainsi disparaître progressivement les doutes et les peurs.

Dans les années à venir, il faudra donc s'adapter aux exigences et nécessités de ce nouveau type de mobilité, en particulier en ce qui concerne l'infrastructure de recharge. Les nouvelles constructions (immeubles, parkings, etc.) ou rénovations vont notamment devoir être pré-aménagées pour être compatibles avec les développements prévus de l'électromobilité.

Le 1er juin 2020, la SIA (Société suisse des ingénieurs et des architectes) a publié le cahier technique SIA 2060<sup>2</sup>, dans le but de fournir une aide pour la conception et l'installation de l'infrastructure de recharge pour véhicules électriques dans les constructions, qu'elles soient nouvelles ou déjà existantes.

La SIA 2060 détermine quels sont les points à prendre en considération dans les différentes phases du projet, depuis la conception jusqu'à la mise en service des bornes de recharge. On détermine, par exemple, un nombre minimum souhaitable de places de parking qui doivent être pré-aménagées avec une infrastructure de recharge pour les différentes catégories d'utilisateurs, on donne des conseils concernant le choix du niveau d'équipement et de système de recharge, on présente les tableaux de calcul pour l'évaluation de l'énergie et de la puissance nécessaires pour cette infrastructure, et on fournit des indications pour la mise en service et pour l'exploitation des bornes de recharge.

Ce Guide se présente comme un instrument complémentaire essentiel à la SIA 2060, en fournissant toutes les informations nécessaires pour une mise en pratique efficace de cette dernière. Il fournit les connaissances de base, les informations pratiques nécessaires à la réalisation des points de recharge, et présente également des exemples concrets, des "Best Practices" et des photos. Il est, en outre, mis à jour chaque année pour répondre aux exigences de l'évolution de la mobilité électrique.

## 1.2 Contenus et structure

La première partie du document (chapitre 2) est dédiée à l'introduction de la terminologie utilisée, à la description de l'état actuel et de la possible évolution future, en matière de recharge de véhicules électriques. Dans le chapitre 3, on traite les thèmes de la segmentation de l'infrastructure de recharge, de la classification des utilisateurs et des niveaux d'équipement définis par le cahier technique SIA 2060. Le chapitre 4 porte sur l'argument du calcul de la puissance nécessaire et du besoin en énergie pour la recharge des véhicules. Dans les chapitres 5, 6, 7 et 8, on présente les recommandations pour la réalisation pratique de l'infrastructure de recharge en fonction des différents niveaux d'équipement de la SIA 2060, y compris le thème de la démarcation des places dédiées à la recharge. Enfin les chapitres 9 et 10 présentent des exemples théoriques et pratiques. Dans l'Appendice, on fournit des approfondissements concernant les systèmes de gestion de la recharge ("smart charging") et les systèmes d'accès aux points de recharge à paiement.

<sup>2</sup> Cahier technique SIA 2060 Infrastructure pour véhicules électriques dans les bâtiments, juin 2020.

### 1.3 Importance économique des lignes directrices

Le pré-aménagement des nouvelles constructions pour l'installation des infrastructures de recharge pour véhicules électriques présente d'importantes retombées économiques, car il permet de faire des économies considérables à tous ceux qui investiront, dans le futur, dans une infrastructure de recharge. Si, au cours des travaux de construction ou rénovation, on intègre les pré-aménagements préconisés dans ces lignes directrices, par la suite, il n'y aura plus qu'à ajouter des tubes vides bon marché. Cela représente un investissement limité et permet donc d'économiser d'énormes sommes, contrairement au cas où il faut réaliser de nouvelles lignes d'alimentation dans un bâtiment, dans un parking ou sur la route. Cette raison est d'une importance telle que la Californie, état pionnier pour l'électromobilité, a introduit les pré-aménagements dans sa propre réglementation en matière de constructions. Dans ce contexte-là, on a évalué les coûts d'une ligne d'alimentation pour une borne de recharge dans une maison individuelle à, en moyenne, seulement 350 \$, si la maison a été pré-aménagée pour cela, tandis qu'ils s'élèvent, en moyenne, à 3'500 \$ sans pré-aménagement<sup>3</sup>.

Depuis quelques années déjà l'Union Européenne reconnaît l'importance des pré-aménagements pour l'installation des infrastructures de recharge : la directive 2018/844 stipule que, dans le cas d'immeubles non résidentiels avec au minimum 10 places de parking, il faut installer au moins 1 borne de recharge et qu'un cinquième des places doit être pré-aménagé pour l'installation future de bornes de recharge. Dans le cas d'immeubles résidentiels disposant d'au moins 10 places de parking, la directive stipule, par contre, que les places doivent être pré-aménagées dans leur totalité. Le cahier technique SIA 2060 aussi va dans cette direction. Comme première application au niveau législatif, le canton de Schaffhouse a été le premier canton à déclarer les spécifications du cahier technique SIA 2060 «Infrastructure pour véhicules électriques dans les bâtiments» obligatoires pour les nouveaux bâtiments<sup>4</sup>. Selon cette disposition, au moins 20 % des parkings doivent être équipées de bornes de recharge prêtes à l'emploi. 60 à 80 % des parkings doivent être préparées avec la ligne de raccordement et la totalité des places doit être préparée avec l'infrastructure de ligne vide pour faciliter les extensions futures. D'autres cantons suisses vont probablement suivre l'exemple.

<sup>3</sup> Electric Vehicle Readiness Study, California Department of Housing and Community Development, 2013.

<sup>4</sup> Ordonnance sur le bilan énergétique des bâtiments et des installations du Canton de Schaffhouse, Verordnung über den Energiehaushalt in Gebäuden und Anlagen (Energiehaushaltverordnung, EHV, 2005), § 17d, insertion du 2 mars 2021, entrée en vigueur le 1er avril 2021.

## 1.4 Utilisation des lignes directrices

Les lignes directrices ont été conçues comme une aide aux planificateurs, architectes et ingénieurs actifs dans le secteur de la construction, pour l'intégration des pré-aménagements indispensables à la recharge de véhicules électriques dans les nouvelles constructions ou rénovation importantes et la réalisation des points de recharge.

Dans l'ensemble, le Guide est axé sur la phase de conception, mais les thèmes traités peuvent être exploités dans toutes les étapes d'un projet, depuis la conception à proprement parler jusqu'à la réalisation et à la gestion. Il est donc opportun de montrer opportun de montrer à quelle phase peuvent être appliqués les contenus des différents chapitres, paragraphes et sections. Les phases sont celles indiquées dans la recommandation SIA 112.

### 1. Définition des objectifs

Lors de la planification ou de la restructuration complète d'un environnement dans lequel on prévoit le stationnement de véhicules, on ne peut ignorer que toujours plus de véhicules seront rechargeables. Si la demande de prise en considération des exigences de recharge des véhicules n'émane pas du maître d'ouvrage, il faudra essayer de le convaincre :

- Afin d'avoir des suggestions à propos des éléments à utiliser dans le but de convaincre le maître d'ouvrage : se référer au préambule de ce chapitre, au § 1.1, à la Fig. 1 et au § 8.

### 2. Études préliminaires

Dans une étude préliminaire, il faut définir le nombre d'emplacements à consacrer à la recharge et leur utilisation et avoir une idée des énergies et puissances en jeu. En même temps, pour définir les puissances, il faut identifier le type de recharge : on trouve toutes ces informations dans les chapitres 4 et 5.

### 3. Étude du projet

La présence de points de recharge influence le développement des plans de détail de l'ouvrage, étant donné qu'il faut prendre en considération la dimension des bornes de recharge, leur emplacement et leur alimentation : ces thèmes sont traités dans les § 5.3 et 5.4 et dans les chapitres 6 et 7.

### 4. Appel d'offres

Si le projet prévoit également la fourniture et la mise en service de bornes de recharge, il est nécessaire d'en définir les spécifications. Bien que la définition détaillée des spécifications ne soit pas l'objet de ce manuel, les informations qui y figurent peuvent être exploitées pour définir ce qu'il faut demander aux personnes chargées de fixer les spécificités et pour analyser les différentes alternatives.

### 5. Réalisation

Le Guide traite différents sujets relatifs à la phase de réalisation, surtout dans les chapitres 6, 7 et 8.

### 6. Exploitation

Le Guide traite d'arguments relatifs à la gestion énergétique du bâtiment, c'est-à-dire comptage/facturation de l'énergie et régulation de la recharge dans les § 4.1, 7.3, 7.4 et dans le chapitre 11.

## 2. La recharge de véhicules électriques

L'objectif de ce chapitre est d'introduire quelques définitions de base utilisées dans le domaine de la recharge de véhicules électriques et de décrire son état actuel et ses futurs développements possibles.

### 2.1 Définitions

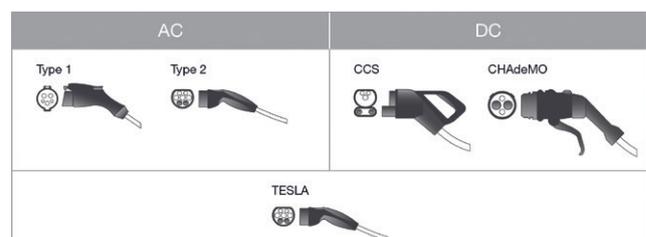
Les véhicules électriques actuellement dans le commerce sont caractérisés par un système de recharge de type conducteur, dans lequel le transfert d'énergie du réseau au véhicule s'opère à travers un câble. Certains constructeurs automobiles effectuent actuellement des études pour le développement de systèmes de recharge par induction, dans lesquels le transfert d'énergie est réalisé à travers un champ magnétique. Étant donné qu'il s'agit d'une solution peu répandue, nous n'avons pas pris en considération ce type de recharge dans la rédaction des lignes directrices présentées aux chapitres qui suivent.

Dans la recharge conductrice, on fait essentiellement la distinction entre deux types de raccordements :

- Prise/connecteur standard : prises/connecteurs standard utilisés dans les installations électriques civiles ou industrielles.
- Prise/connecteur dédié : prises/connecteurs standardisés pour la seule utilisation avec les véhicules électriques, autant du côté de l'infrastructure que de celui du véhicule. Il en existe de différents types, en fonction du type de courant (AC ou DC, v. Fig. 2) :
  - AC : type 1 et type 2.
  - DC : CCS et CHAdeMO. Étant donné que les bornes de recharge DC utilisent des fiches, afin d'être compatible avec tous les véhicules, une borne doit disposer d'une fiche CCS et une fiche CHAdeMO.
  - Connecteur utilisé par Tesla (géométriquement compatible avec les connecteurs type 2).

Pour la recharge de véhicules électriques, on utilise souvent des bornes de recharge (EVSE, "Electric vehicle supply equipment") ; des boîtiers spécifiques contenant toutes les composantes pour fournir du courant alternatif ou continu à un véhicule rechargeable et pourvu de prises/connecteurs dédiés.

Généralement, la charge peut être réalisée de deux manières distinctes : la recharge on-board, dans laquelle la conversion courant alternatif/courant continu s'effectue à bord, et celle off-board, dans laquelle la conversion s'effectue dans la borne de recharge.



**Fig. 2 :** Prises/connecteurs dédiés utilisés en Europe. Les connecteurs Tesla sont compatibles avec ceux du type 2 mais sont aussi utilisés pour la recharge DC.

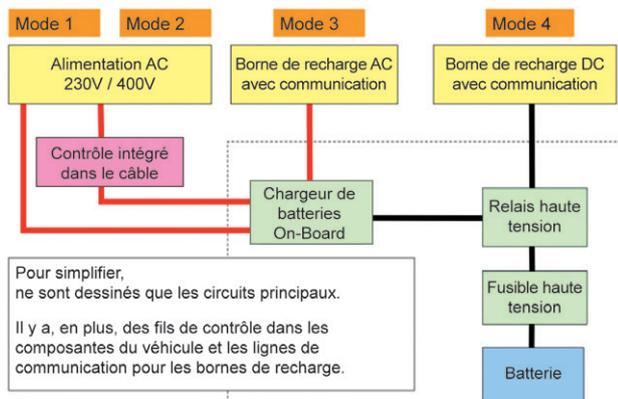


Fig. 3 : Connexion réseau - véhicule.

### 2.1.1 Modes de charge

La directive internationale IEC (IEC 61851) définit 4 différents modes pour la recharge de véhicules électriques (Fig. 3) :

- Mode 1 : charge on-board, avec connecteurs standard côté réseau et courant de 16 A maximum par phase.
- Mode 2 : charge on-board, avec connecteurs standard côté réseau et courant de 32 A maximum par phase. Sur le câble d'alimentation qui relie le véhicule au réseau, on trouve un dispositif, appelé In-Cable-Control-Box (ICCB), qui garantit la sécurité des opérations pendant la recharge. Véhicule et réseau en courant alternatif doivent être reliés côté réseau avec une prise standardisée monophasée ou triphasée. Entre le véhicule électrique et la prise il faut une connexion dédiée. Le dispositif ICCB assume fonctions de commande et comprend un dispositif de protection à courant résiduel (RCD). Bien que la norme internationale permette 32 A, en Suisse sont possibles exclusivement les combinaisons suivantes:
  - a. Raccordement au réseau avec une prise CEE 16 A (monophasée bleu) respectivement 32 A (triphassée rouge) par phase.
  - b. Raccordement au réseau T13, T23 ou prise schuko 8 A (le In-Cable-Control-Box réduit automatiquement la recharge à 8 A en fonction du type de raccordement et de la température de raccordement).
- Mode 3 : charge on-board, avec connecteurs dédiés côté réseau et courant de 32 A maximum par phase. La recharge s'effectue à travers une borne de recharge spécifique.
- Mode 4 : charge off-board en courant continu avec connecteurs dédiés. La recharge s'effectue à travers une borne de recharge spécifique.

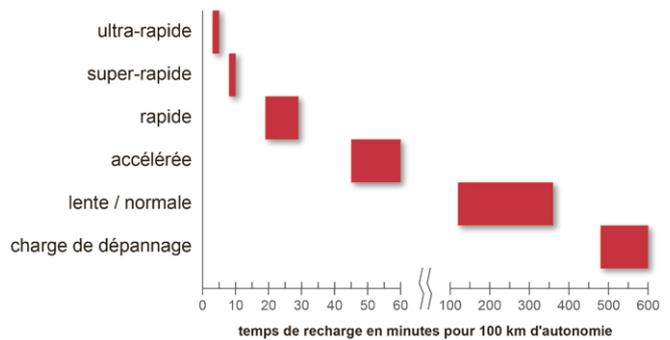


Fig. 4 : Temps de recharge pour 100 km d'autonomie en fonction du niveau de charge.

### 2.1.2 Puissance de recharge

Pour les niveaux de puissance électrique utilisés pendant la recharge, on utilise 6 catégories distinctes (Fig. 4) :

1. Recharge domestique/de dépannage : jusqu'à un maximum de 2 kW (< 10 km d'autonomie par heure de recharge).
2. Recharge lente/normale : à partir de 3.6 kW jusqu'à 11 kW (de 10 à 50 km d'autonomie par heure de recharge).
3. Recharge accélérée : généralement 22 kW (jusqu'à 100 km d'autonomie par heure de recharge).
4. Recharge rapide : généralement 50 kW (jusqu'à 200 km d'autonomie par heure de recharge).
5. Recharge super-rapide, le "supercharging" : généralement de 120 jusqu'à 150 kW (jusqu'à 100 km d'autonomie en 10 minutes de recharge).
6. Recharge ultra-rapide : généralement entre 250 et 350 kW (100 km d'autonomie en 5 minutes). La recharge à 350 kW n'est possible qu'avec des batteries  $\leq 800$  Volt<sup>5</sup>.

### 2.1.3 Bornes de recharge

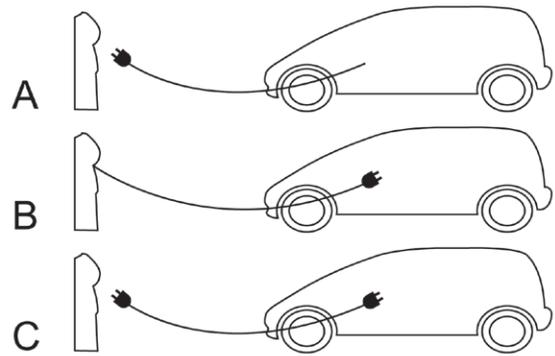
Les différentes bornes de recharge dans le commerce peuvent être classées en 3 catégories :

- Wall Box : borne de recharge installée sur un mur. Elle est généralement pourvue d'un seul connecteur dédié et est donc principalement utilisée chez des particuliers, où à chaque borne correspond un véhicule spécifique.
- Totem : petite colonne de recharge installée au sol, pourvue, en général, de connecteurs dédiés de différents types, afin de servir le plus grand nombre possible de classes de véhicules. Ce genre de borne est généralement installé dans des lieux publics.
- Lampadaire : borne qui est installée sur un lampadaire (Fig. 5). Elle dispose généralement d'une seule prise et est utilisée dans des espaces ouverts (publiques ou privés).

<sup>5</sup> Exemples d'applications de la technologie 800V sont fournies par Porsche Taycan, Audi E.Tron GT, Crossover Kia EV6 et Hyundai Ioniq 5.



**Fig. 5 :** Les bornes lampadaires sont fixées sur les lampadaires d'éclairage public (source : EKZ).



**Fig. 6 :** Connexions borne de recharge - véhicule.

### 2.1.4 Lieux et fréquences de recharge

En ce qui concerne les lieux et fréquences de recharge, on fait une distinction entre les catégories suivantes :

- Recharge publique : le point de recharge est situé sur sol public ou sur sol privé, mais accessible à tous, sans restriction.
- Recharge privée : le point de recharge est situé sur sol privé et n'est accessible qu'au propriétaire du sol ou à des tiers autorisés par le propriétaire.
- Recharge habituelle : charge qui est effectuée régulièrement à l'endroit où le véhicule stationne la plupart du temps et qui sert à accumuler la majeure partie de l'énergie nécessaire à l'utilisation du véhicule.
- Recharge occasionnelle : charge qui est effectuée occasionnellement à des endroits autres que le lieu de stationnement habituel.

### 2.1.5 Alimentation véhicules

Les véhicules sont alimentés selon un des modes suivants : par un câble relié en permanence au véhicule (Fig. 6, cas A), par un câble relié en permanence à la borne de recharge (Fig. 6, cas B) et par un câble nomade, fourni avec le véhicule, qui relie la prise externe ou la borne de recharge et le connecteur côté voiture (Fig. 6, cas C). Le cas A n'est jamais utilisé pour voitures et fourgonnettes. Le cas B est toujours utilisé pour la charge en mode 4, tandis que pour la charge en mode 3, le cas C est le plus utilisé avec une prise type 2 sur la borne de recharge, même si le cas B est assez diffusé (v. § 2.1.1 pour l'explication des modes de charge). Étant donné que, d'après ce qui a été vu au § 2.1, il n'existe pas qu'un seul type de connecteur, l'interopérabilité est assurée de la manière suivante :

- Recharge en mode 3, cas C :
  - Les véhicules avec un connecteur de type 1 (uniquement quelques modèles d'origine japonaise ou USA) sont équipés d'un câble de raccordement avec des connecteurs de type 1 côté voi-

ture et type 2 côté borne de recharge.

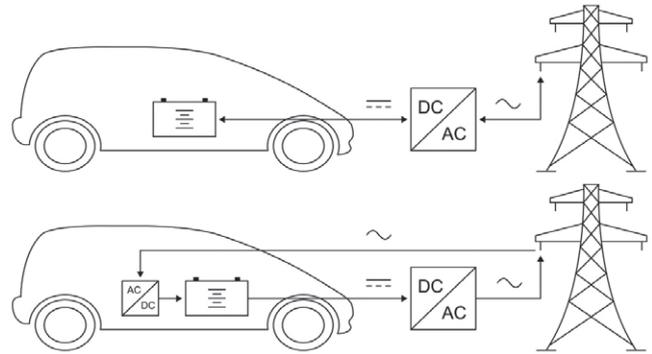
- Les véhicules avec un connecteur de type 2 (ce qui est désormais une généralité sur tous les nouveaux modèles vendus en Europe) sont équipés d'un câble avec les deux connecteurs de type 2.
- Recharge en mode 3, cas B : la borne doit être équipée d'un câble type 1 et un câble type 2 pour pouvoir recharger tous les véhicules sans discriminations.
- Recharge en mode 4 (uniquement cas B) : la borne doit être équipée d'un câble type CHAdeMO (standard utilisé principalement par les voitures japonaises) et un câble type CCS pour pouvoir recharger tous les véhicules.

### 2.1.6 Bidirectionnalité

Avec le terme bidirectionnalité, on indique, dans la recharge de voitures (M1) et véhicules commerciaux (N1), la possibilité de faire passer de l'énergie électrique du réseau (borne de recharge) au véhicule et inversement. Avec ce genre de système, les batteries du véhicule peuvent être utilisées pour des services de régulation de réseau, nommés Vehicle-to-Grid (V2G), ou pour aider à la régulation de la production locale d'énergie renouvelable, Vehicle-to-Home (V2H). Pour injecter l'énergie des batteries dans le réseau, il faut d'abord effectuer une conversion de courant continu à courant alternatif. Étant donné que lors de la charge des batteries c'est exactement le contraire qui se produit, une des solutions envisageables serait d'utiliser des chargeurs bidirectionnels, c'est-à-dire en mesure de faire les deux conversions. La plupart des solutions disponibles actuellement reposent exactement sur des chargeurs bidirectionnels off-board qu'on relie à l'entrée DC de la voiture. Ces chargeurs fonctionnent généralement en combinaison avec des voitures équipées de connecteur DC type CHAdeMO, mais dès 2022, il devrait également être possible de les combiner avec des véhicules équipés de connecteurs CCS.



**Fig. 7** : Bidirectionnalité par le biais d'un chargeur bidirectionnel (photo: sospeso&charge de EVTEC) ou un chargeur de bord et onduleur externe.



Certains prototypes de Renault ZOE, qui sont en mesure d'effectuer les deux conversions on-board, représentent une exception. Une autre solution, qui n'est, pour l'instant, proposée qu'au Japon, est celle d'utiliser un onduleur externe à la voiture qui convertit le courant continu de la batterie en courant alternatif. Ces onduleurs fonctionnent également en combinaison avec les voitures équipées de connecteur DC type CHAdeMO (v. Fig.7). Les obstacles au développement de la bidirectionnalité ne sont pas techniques, comme cela a été amplement démontré par les nombreux projets pilotes (v. p.ex. § 10.3), mais liés au marché. Le V2H est déjà possible, mais il y a encore trop peu de véhicules capables de soutenir cette technologie. Pour le V2G en particulier, les compagnies d'électricité ne sont pas encore prêtes à offrir aux propriétaires de véhicules électriques une rémunération pour l'énergie injectée dans le réseau. Il faut dire aussi que les certificats d'origine ne sont encore pas traçables. Un propriétaire de voiture ne peut alimenter le réseau en énergie que s'il a un contrat avec un acheteur. L'acheteur, qui peut aussi être un gestionnaire de réseau de distribution, doit alors payer l'énergie.

## 2.2 Nécessité d'utiliser une borne de recharge

Les points de recharge pour les véhicules électriques des catégories (M et N), doivent être pourvus d'une borne de recharge pour les raisons suivantes :

- Sécurité :
  - La prise de terre est vérifiée avant l'émission de courant.
  - Le branchement de la prise a lieu sans courant (aucun risque d'érosion électrique ou de surchauffe).
  - Les protections électriques peuvent déjà être intégrées dans la borne de recharge, ce qui minimise les modifications du système électrique externe.
- Confort et information :
  - Les câbles se trouvent déjà sur place et le conducteur du véhicule électrique n'a pas besoin de les mettre dans le coffre.
  - Les informations sont lisibles sur le display, on peut y accéder par une application.
- Possibilité d'utiliser des systèmes d'accès et paiement (immeubles/logements multifamiliaux).
- Possibilité d'appliquer une gestion de charge/load-management. La puissance du raccordement peut, toutefois, être locale et/ou régionale (par l'entreprise de distribution).

L'utilisation accrue de véhicules électriques a rendu nécessaire le développement de règles spécifiques pour la recharge :

- D'un côté, afin de définir la communication entre la voiture et le point de recharge.
- De l'autre côté, et principalement, afin d'augmenter la sécurité par rapport aux normes électrotechniques ordinaires et minimiser les risques d'un comportement imprudent de l'utilisateur.

	mode			
	1	2	3	4
ultra-rapide				●
super-rapide				●
rapide		○	○	●
accélérée	○	○	●	●
lente / normale	○	●	●	○
dépannage / domestique	○	●	○	○

● combinaisons utilisées      ○ combinaisons possibles

**Fig. 8 :** Combinaisons techniquement possibles entre modes de recharge et puissance connectée pour les véhicules de type M1 et N1. En rouge les combinaisons réellement utilisées.



**Fig. 10 :** Sur le Mercedes-Benz Van (EQV), le connecteur est placé du côté latéral à droite du pare-chocs avant (position 8). (Quelle: motor1.com)

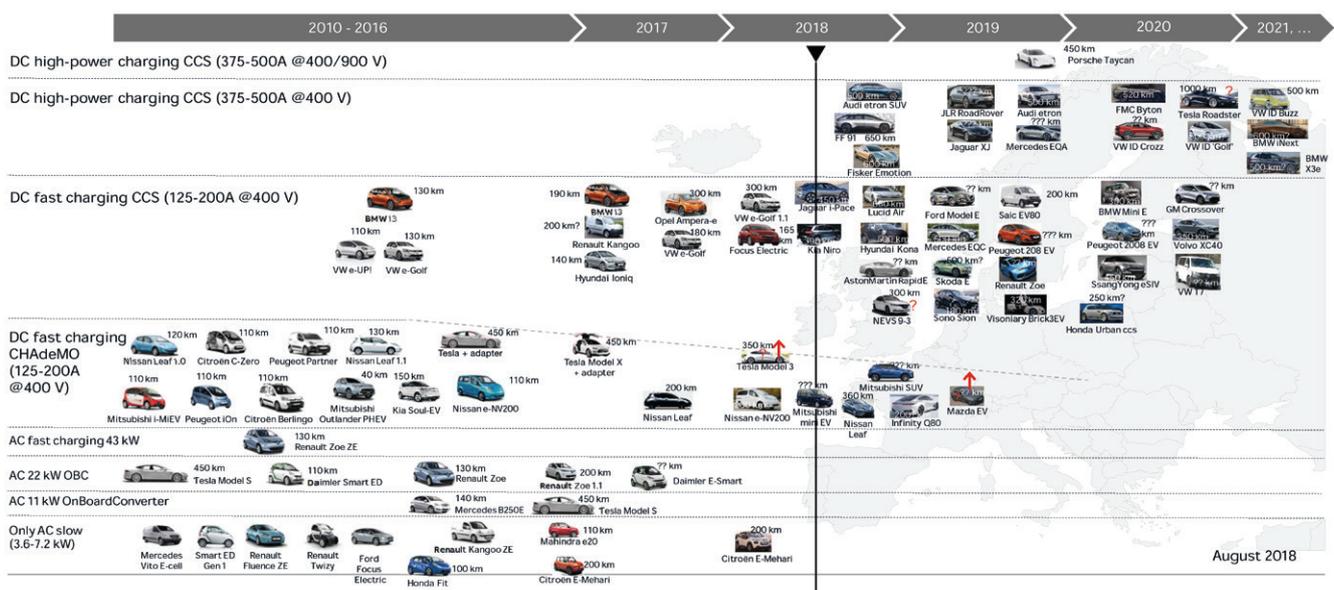
### 2.3 Recharge des voitures et des véhicules utilitaires

Pour les voitures et les véhicules commerciaux de type N1, on utilise le mode 2 pour les niveaux de puissance domestiques ou normaux, le mode 3 pour des niveaux compris entre normal et rapide et le mode 4 pour les niveaux accélérés et supérieurs. Il convient de noter que, bien que les réglementations permettent davantage de combinaisons entre modes de recharge et niveaux de puissance de charge, dans la pratique, les combinaisons utilisées sont celles de la Fig. 8.

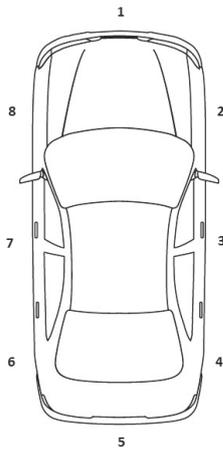
A l'heure actuelle, tous les véhicules de la catégorie M1 et N1 peuvent effectuer on-board la recharge normale, tandis que la recharge accélérée et rapide reste encore une exception. La recharge en mode 4 (DC, off-board), par contre, à l'exception du modèle VW XL 1

(qui charge uniquement en courant continu), est insérée comme une option possible. Lorsqu'elle est présente, la charge en mode 4 s'effectue toujours à un niveau rapide ou supérieur, avec une puissance maximale qui dépasse, de plus en plus de modèles, 50 kW (Peugeot 208 come 2008 e Hyundai Kona 100 kW; Volkswagen ID.3 103 kW, Hyundai Ioniq 5 125 kW; Kia EV6 125-168 kW; Jaguar I-Pace 294 kW; Porsche Taycan 320 kW; Tesla Model 3 366 kW et Audi e-Tron GT 270 kW<sup>6</sup>). La Fig. 9 présente un aperçu général des puissances de recharge utilisées par les différents véhicules dans le commerce, répartis entre ceux qui chargent AC mode 3 on-board et ceux qui peuvent également charger DC mode 4 off-board.

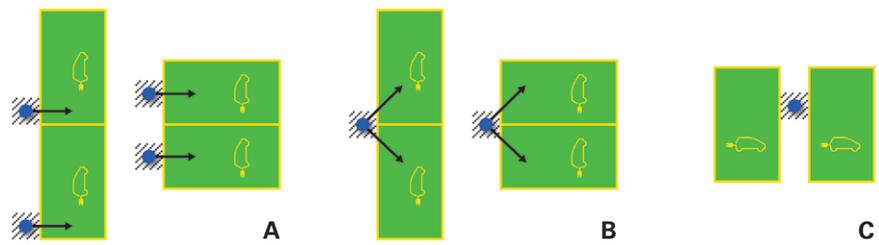
Ces derniers chargent en AC, généralement, entre 3.6 et 11 kW maximum, à l'exception de Renault ZOE (22 kW o 43 kW), de Tesla modèles S et X (avant 22 kW



**Fig. 9 :** Niveau de recharge AC on-board et DC off-board des différents véhicules électriques dans le commerce (source : ABB, Tesla the car through Europe, and open standard protocols, 28 September 2018). Remarque : aux valeurs de courant et de tension indiqués dans la figure, correspondent les puissances de recharge suivantes : 125 A x 400 V = 50 kW ; 375 A x 400 V = 150 kW ; 375 A x 800 V = 300 kW.



**Fig. 11 :** Les différents emplacements du connecteur côté voiture.



**Fig. 12 :** Les différents emplacements des bornes de recharge.

ou 11 kW, actuellement 16.5 kW) et de Smart Electric (recharge à 22 kW en option). La bidirectionnalité dans la recharge n'est pas encore très courante ; actuellement, c'est une fonction qui n'est présente que dans quelques voitures japonaises en mode 4 (CHAdeMO) et qui n'est pas beaucoup commercialisée (Fig. 7). Toutefois, VW a annoncé la disponibilité de véhicules à recharge bidirectionnelle à partir de 2022.

Les systèmes de gestion en mesure d'intégrer l'infrastructure des bornes de recharge, en plus de l'enregistrement continu des conditions des véhicules et du profil de conduite des prochains trajets, seront de plus en plus importants pour les gestionnaires de flottes. Les données de la batterie et de la charge pourront être utilisées également pour surveiller le vieillissement des batteries elles-mêmes, avec un effet positif sur la fiabilité opérationnelle du système en entier.

### 2.3.1 Emplacement des bornes de recharge vs emplacement du connecteur sur le véhicule

Concernant l'emplacement du connecteur côté voiture, il n'existe pas de normes et, pour le moment, il n'y en a pas de prévues. Cela signifie que l'emplacement du connecteur change en fonction du véhicule (Fig. 10 et Fig. 11). Au moment du pré-aménagement et respectivement de l'installation d'une borne sur une place pour la recharge, il faut impérativement en tenir compte. Une place pour la recharge doit être conçue de manière à ce que tous les véhicules puissent recharger aisément : le conducteur doit, évidemment, aussi tenir compte de l'emplacement du point de connexion sur son véhicule au moment de se garer. Grâce à la fonction de recherche de voitures du TCS, on obtient d'un coup d'œil tous les renseignements sur la voiture recherchée, y compris l'emplacement du connecteur (Fig. 13).

Exemples d'emplacement des connecteurs :

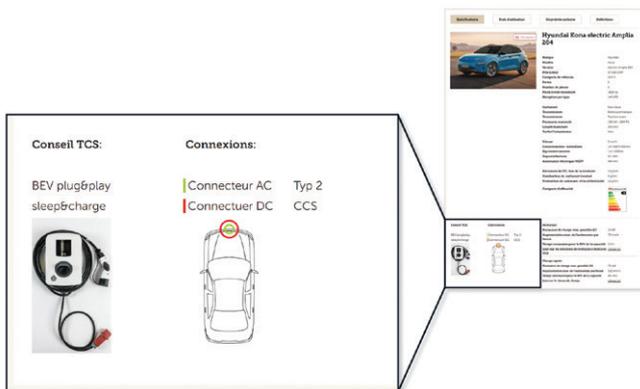
1: Nissan Leaf, BEV Plug&Play, CHAdeMO type 2; Hyundai Kona et Kia e-Nero, BEV Plug&Play, CCS type 2 (AC et DC même emplacement).

4: VW ID 3, Opel Mokka et Audi Q4 e-Tron, BEV Plug&Play, CCS type 2 (AC et DC même emplacement)  
 4+6: Lexus UX, CHAdeMO type 2 (AC 4 et DC 6)  
 5: Mercedes-Benz C 300, PHEV Plug&Play, type 2 (seulement AC).  
 6: Hyundai Ioniq 5, BEV Plug&Play, CCS type 2 (AC et DC même emplacement).  
 8: Jaguar I-Pace et Mercedes-Benz EQV, BEV Plug&Play, CCS type 2 (AC et DC même emplacement) (Fig. 10)

En général, les emplacements du connecteur les plus répandus sont : au centre du côté frontal (1), côté latéral à gauche du pare-chocs avant (8), côté latéral à droite et à gauche du pare-chocs arrière (4 et 6) et dans la plupart des cas, les différentes marques maintiennent la même position dans les différents modèles (font exception p.ex. Opel, Renault etc.). Les emplacements du connecteur côté voiture étant aussi variés, il n'est pas possible de définir un emplacement de la borne qui soit optimal pour toutes les positions du connecteur côté voiture.

Pour l'emplacement de la borne de recharge prendre en considération :

- Dans le cas de bornes de recharge avec deux points de recharge (Fig. 12, cas B et C), la borne doit être placée entre deux places de recharge, indépendamment du fait que ces dernières soient positionnées verticalement ou horizontalement par rapport au sens de marche (côté intérieur de la place, si parallèle au sens de marche ; côté frontal, si perpendiculaire au sens de marche).
- L'emplacement de la borne de recharge sur une place de recharge parallèle au sens de marche est idéal pour les véhicules dont le connecteur est placé à : centre du côté arrière (5) ou côté latéral à droite du pare-chocs arrière (6) ; centre du côté frontal (1) ou côté latéral à gauche du pare-chocs avant (8).
- L'emplacement de la borne de recharge sur une place de recharge perpendiculaire au sens de marche est



**Fig. 13 :** [www.tcs.ch/recherche-auto](http://www.tcs.ch/recherche-auto), une fois sélectionné la voiture électrique, les informations autour de la recharge se trouvent dans la partie inférieure des spécificités.



**Fig. 14 :** Les bus électriques qui chargent au dépôt utilisent les mêmes méthodes de recharge que les voitures (source : [bernmobil.ch](http://bernmobil.ch)).

idéal pour les véhicules dont le connecteur est placé à : centre du côté frontal (1), côté latéral à gauche/droite du pare-chocs avant (8 et 2) en se garant en marche avant ; centre du côté arrière (5), côté latéral à droite/gauche du pare-chocs arrière (4 et 6) en se garant en marche arrière.

- Pour les bornes avec deux points de recharge, il existe également la variante représentée dans la Fig. 12, cas C. Cet emplacement serait optimal, dans la mesure où il satisfait à tous les emplacements possibles du connecteur, indépendamment du sens dans lequel on se gare, y compris à l'emplacement 7. Ce genre de configuration possède l'inconvénient d'occuper beaucoup d'espace. La largeur totale d'une station avec deux bornes de recharge est de plus de 5.50 m (considérant une largeur de place de parking de 2.35 m et une largeur de borne de 0.93 m).
- Dans le cas de bornes de recharge simples (Fig. 12, cas A), c'est-à-dire lorsqu'il n'y a qu'une seule borne par place de recharge, la borne doit être installée :
  - Avec place de recharge parallèle au sens de marche, dans la partie postérieure du côté intérieur de la place. Dans ce cas l'aménagement est optimal pour les véhicules avec connecteur du côté latéral à droite/gauche du pare-chocs arrière (4 et 6).
  - Avec place de recharge perpendiculaire au sens de marche, au centre du côté antérieur de la place. Dans ce cas, l'aménagement est optimal pour les véhicules avec connecteurs placés : côté frontal (1), côté latéral droite/gauche du pare-chocs avant (8 et 2), côté arrière (5) et côté latéral droite/gauche du pare-chocs arrière (6 et 4) en fonction du sens dans lequel le véhicule est garé.

Si l'on utilise une borne de recharge avec câble pour la recharge intégré il est recommandé de vérifier que le câble puisse aisément joindre les positions les plus communes du connecteur côté véhicule, considérant une longueur de câble d'au moins 3m et les différentes manières de parquer le véhicule.

## 2.4 Recharge des véhicules commerciaux et des bus

L'électrification du secteur des poids lourd avance rapidement aussi, grâce à l'augmentation des prestations des batteries et à l'évolution de la recharge rapide. On peut considérer que les bus électriques sont des produits mûrs, tandis que les camions et les véhicules agricoles sont encore en phase de production en petite série ou de prototypage avancé, avec la perspective, surtout pour les premiers, de passer à la phase de production en série dans les prochaines années.

### 2.4.1 Bus électriques

L'utilisation quotidienne d'une flotte de e-Bus représente un nouveau défi pour les gestionnaires/propriétaires de la flotte, également en ce qui concerne l'infrastructure de recharge. La gamme d'autobus et de solutions pour l'infrastructure de recharge est en augmentation. Ce développement est actuellement dirigé par le secteur public, qui est particulièrement motivé à contribuer activement au transport local sans émissions. Le type d'utilisation et la topographie du parcours, en plus d'exercer une influence décisive sur le choix du type et des dimensions de la batterie de traction, déterminent également le concept de recharge à adopter. On distingue entre les chargeurs en dépôt et les chargeurs occasionnels et, en supplément à cela, on ajoute le chargeur en dépôt-chargeur occasionnel qui combine ces deux modes. La possibilité de remplacer la batterie ne fait pas l'objet d'une grande attention dans le marché des e-Bus et n'est pas prise en considération ici. Autant pour la recharge qui a lieu au dépôt que pour celle sur la route, pour la communication on utilise les mêmes normes IEC 61851 et EN ISO 15118 pour la recharge des voitures. Pour la recharge au dépôt (Fig. 14) on utilise, non seulement les systèmes DC (mode 4) avec connecteur CCS Combo 2, mais aussi des systèmes AC avec connecteur type 2 (mode 3).



**Fig. 15 :** La recharge occasionnelle se fait généralement lors des arrêts et se caractérise par une puissance élevée et une connexion au pantographe (source : luzernerzeitung.ch, eBus Zug).



**Fig. 16 :** Une solution pour la recharge occasionnelle des camions consiste à doter des bouts de route d'une ligne aérienne à laquelle ils peuvent être reliés par un pantographe (source : handelsblatt.com, eLKW Pantograph eHighway).



**Fig. 17 :** Les camions électriques qui chargent au dépôt utilisent les mêmes méthodes de recharge que les voitures (source : bote.ch, eKehricht Luzern).

Dans l'avenir, avec la robotisation des systèmes de recharge, les opérations de branchement et débranchement de la prise, seront possibles sans intervention de l'homme. Pour la recharge occasionnelle en mode 4, les systèmes TOSA (Fig.15) et OPPCharge ont gagné la faveur des utilisateurs. Dans le système TOSA, le pantographe est installé dans le bus, tandis que dans le système OPPCharge, il est installé sur la borne de recharge et est relié automatiquement aux barres conductrices montées sur le toit du bus. Autant pour la recharge en dépôt, que pour la recharge occasionnelle, il faut prendre en considération l'impact sur le système électrique local et sur le réseau. En dépôt, la recharge simultanée d'un nombre important de e-Bus, sollicite lourdement l'installation électrique, et la gestion de la charge (§ 4.1), dynamique ou statique, en fonction du lieu, est particulièrement importante afin d'éviter de demander au fournisseur d'énergie une puissance donnée simplement par la somme des puissances maximales de chaque borne de recharge, comme expliqué au § 4.2. Le calcul de la puissance dont il faut disposer dans le dépôt, pour la recharge, doit être fait en prenant en considération, pour chaque véhicule, les horaires d'arrivée et de départ du dépôt et le besoin en énergie quotidiens. Dans le cas d'une recharge occasionnelle, outre les exigences électriques de la borne de recharge (connexion au réseau jusqu'à plus de 400 kW), il faut garantir la fiabilité opérationnelle à travers un monitoring en temps réel et une stratégie de maintenance intelligente. Les dysfonctionnements doivent être signalés rapidement et résolus par du personnel qualifié interne ou externe. Certains fournisseurs sont en mesure d'intégrer la flotte et l'infrastructure dans un système uniforme et d'accéder aux paramètres de fonctionnement à tout moment. Anticipation et systèmes ouverts sont nécessaires pour pouvoir installer aujourd'hui des solutions qui puissent satisfaire les exigences futures. À l'heure actuelle, le secteur des bus électriques est

principalement axé sur les transports publics, mais à l'avenir, les bus touristiques seront également électrifiés. On peut supposer que les besoins en matière de recharge seront satisfaits par la recharge dans les dépôts, comme pour les autobus des transports publics, la recharge à destination avec des niveaux de puissance équivalents à ceux des dépôts (les hôtels fréquentés par des voyages organisés pourraient par exemple fournir des points de recharge) et la recharge rapide le long des autoroutes et des routes nationales, en partageant la même infrastructure que les camions (voir le chapitre 2.4.2).

#### 2.4.2 Camions électriques

Grâce aux progrès continus de la technologie des batteries, à l'augmentation de la densité énergétique, aux coûts plus bas et aux applications toujours plus spécifiques l'électrification des camions est désormais une réalité et le nombre de modèles sur le marché augmente rapidement. Les modes de recharge les plus importants, bien qu'il existe également des exemples de recharge occasionnelle (Fig. 16), seront les suivants :

- Recharge en dépôt (Fig. 17) en mode 3 avec le connecteur de type 2 et en mode 4 avec le connecteur CCS2 Combo
- Recharge à destination (généralement dans des centres logistiques) de manière similaire à la recharge en dépôt.
- Recharge sur les aires de repos de nuit le long des autoroutes (mode 4 jusqu'à 100kW)
- Recharge rapide publique le long des autoroutes et des voies à grande circulation.

Pour la recharge rapide publique, on suppose 3 niveaux de puissance : < 350 kW, 350 à 500 kW, > 500 kW.

Pour les camions également s'appliquent toutes les considérations concernant l'impact de la recharge sur le système électrique local et sur le réseau, évoquées à propos des bus électriques (§ 2.4.1).



**Fig. 18 :** Exemple d'un tracteur électrique (source : Rigitrac).



**Fig. 19 :** Exemple d'une faucheuse électrique (source : aebi-schmidt.ch).

### 2.4.3 Machines agricoles électriques

En Suisse, l'agriculture est l'un des plus importants consommateurs d'énergie, avec une consommation de 14.200 KWh par hectare. Un tiers, environ, de cette énergie est de l'énergie électrique directe et deux tiers proviennent de combustions fossiles. Alors que l'évolution des véhicules électriques routiers ne passe pas inaperçu du grand public, il y a eu aussi des développements intéressants dans le domaine des machines et équipements agricoles. Lorsqu'on parle d'agriculture, on pense généralement au tracteur (Fig. 18). Cependant, la gamme de véhicules, dans une exploitation agricole, est beaucoup plus variée et offre de nombreuses possibilités de passer à la traction électrique, à tel point qu'on a déjà développé des prototypes de machines, comme des faucheuses ou des chargeurs de chantiers (Fig. 19). Pour une utilisation quotidienne, cela a du sens d'intégrer l'infrastructure de recharge dans le système de l'exploitation agricole dans son ensemble, étant donné que les exploitations agricoles aussi sont en train de se transformer en producteurs d'énergie. Les installations de cogénération au biogaz et générateur, le photovoltaïque sur les toits et, si possible, l'énergie éolienne aussi, vont permettre aux exploitations agricoles de travailler, dans l'avenir, de façon autosuffisante à 100% ou même les rendre positives sur le plan énergétique, c'est-à-dire que les entreprises produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment. On peut émettre l'hypothèse que les futurs dispositifs et véhicules seront basés sur des systèmes de recharge qui utiliseront les mêmes standards automobiles des normes IEC 61851 et ISO 15118, en ce qui concerne la communication. La communication entre les stations de recharge et l'intégration dans un système de gestion de l'énergie sera tout particulièrement important dans l'avenir. L'énergie devra être consommée au moment où elle est produite, ce qui est en conflit avec les horaires de travail en entreprise, surtout dans le cas d'installations pho-

tovoltaïques, étant donné que l'énergie serait produite lorsque les véhicules sont normalement en service, on peut donc supposer que les véhicules électriques devront être rechargés par un système qui intègre également un système de stockage de l'énergie sous forme de batterie. Poussés par le degré croissant d'automatisation et par la maniabilité des moteurs électriques, un nombre croissant de fabricants perçoivent les opportunités offertes par la traction électrique. Il s'agit actuellement encore d'un marché de niche, qui offre néanmoins l'opportunité de produire soi-même l'énergie et de l'utiliser en même temps. L'électrification des machines agricoles sera un instrument important pour une agriculture indépendante, innovante, durable et énergétiquement auto-suffisante.

## 2.5 La recharge des flottes

Le passage des véhicules avec moteur à combustion à ceux avec moteur électrique requiert plus qu'un simple changement de voiture ; il est en effet nécessaire de prendre en compte certains aspects, afin que le passage vers la mobilité électrique se fasse de manière rentable en termes de coûts. Il est notamment essentiel que les temps de stationnement effectifs des véhicules de la flotte sur le site de l'entreprise soient exploités de façon optimale pour l'approvisionnement électrique, c'est-à-dire pour la recharge des batteries. Par conséquent, le processus de recharge fera partie intégrante du fonctionnement opérationnel.

Comment une entreprise arrive-t-elle à trouver la solution de recharge personnalisée optimale pour satisfaire à ses propres exigences ? Une planification initiale, si possible prévue sur le long terme, est essentielle. Dès le départ, il faut tenir compte d'éventuels agrandissements futurs de la flotte et de l'infrastructure de recharge nécessaire.

De même, il faut envisager la réalisation d'un système de gestion des recharges et de l'énergie qui s'adapte aux exigences futures, à interface ouverte, évolutif, et qui intègre la fonction de gestion de la charge, afin de garantir une activité performante tant au niveau des coûts que de l'énergie. À ce propos, on conseille vivement d'éviter les solutions de recharge exclusives (propriétaires), car, dans le pire des cas, elles pourraient mener à un "stranded asset" (blocage des activités). Dans le cadre de la planification, il est indispensable également de tenir compte au mieux des conditions d'implantation de l'installation. Une utilisation judicieuse des capitaux investis et une structure efficace ne peuvent être assurées que si on considère la recharge dans son ensemble.

Certaines questions essentielles devraient donc déjà trouver une réponse dans la phase préliminaire :

- Où et quand la flotte de véhicules doit être rechargée ?
- Combien de places de stationnement faut-il électrifier ? De quelle façon est organisé le plan d'agrandissement ?
- Des futures extensions (des fonctions) de l'infrastructure de recharge sont-elles prévues ?
- À combien s'élèvent les besoins énergétiques des véhicules et quelles sont les puissances de recharge nécessaires ?
- Le raccordement actuel au réseau est-il suffisant pour la recharge actuelle et future des véhicules ?
- Faut-il une gestion des recharges et de l'énergie ?
- Est-il nécessaire de facturer les recharges ? Si oui, de quelle façon ?

Après une planification rigoureuse, on peut procéder à la réalisation de la solution de recharge sur le site de l'entreprise. Dans ce but, il est préférable de mandater une entreprise d'installation experte dans le domaine des recharges pour les flottes ou un fournisseur de services pour la mobilité électrique. En fonction de la taille du projet, la réalisation peut en effet demander une certaine charge de temps et de ressources. Même si, dans un premier temps, seule une partie de la flotte doit être électrifiée, il convient de concevoir dès le départ des installations comme par exemple, des tuyaux, des câblages ou un système de gestion des recharges et de l'énergie, afin que la solution globale puisse évoluer avec le nombre de véhicules et les exigences de la flotte. Il est également important d'utiliser des bornes de recharge basées sur des normes de communication ouvertes (OCPP 1.6 ou supérieure). De cette manière, on rend plus facile un éventuel agrandissement ultérieur et on assure l'intégration de l'infrastructure de recharge dans le contexte énergétique existant sans problème.

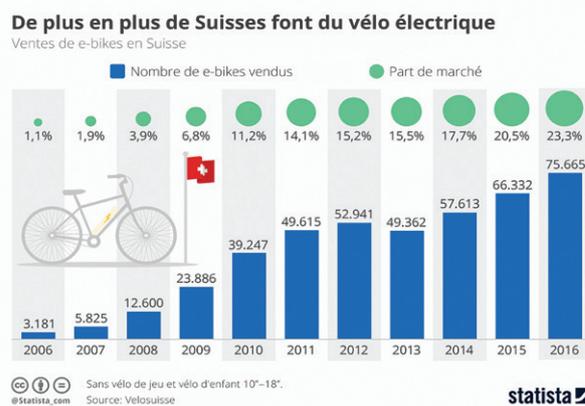


Fig. 20 : La plupart des e-bikes sont vendues dans le segment sportif.

Le fonctionnement intelligent et économiquement avantageux de l'infrastructure de recharge implique un système de gestion des recharges et de l'énergie pourvu d'une fonction de gestion de la charge comme décrit précédemment. Comme expliqué en détail dans les chapitres 7.3 et 11.1, une gestion de la charge intelligente garantit, d'une part, que la puissance de raccordement existante ne sera pas dépassée et, de l'autre, que les véhicules seront chargés de façon optimale en termes de coûts. Les exigences dans la gestion de la recharge peuvent varier en fonction du type de flotte :

- Une flotte de voitures d'entreprise est, en principe, rechargée pendant la journée sur le site de l'entreprise (en fonction de l'utilisation de chaque véhicule). Étant donné que, généralement, pendant la journée, d'autres consommateurs d'énergie sont utilisés sur le site de l'entreprise (p. ex. un ascenseur), il faut toujours prendre en considération la charge des bâtiments pour optimiser la recharge.
- Une flotte de véhicules logistiques par contre doit souvent pouvoir être rechargée pendant la nuit, afin d'être prête à l'utilisation pendant la journée (le cas échéant, une recharge intermédiaire peut-être nécessaire, en fonction de l'autonomie requise). Cela nécessite généralement une plus grande simultanéité de la recharge et donc une certaine puissance de raccordement (en revanche, pendant la nuit, en principe, les autres consommateurs dans le bâtiment ne représentent pas un gros problème).
- Une flotte de bus électriques, pour sa part, doit pouvoir être rechargée en fonction des trajets de chaque véhicule, qui, contrairement à ceux d'une flotte de voitures d'entreprise, sont connus. Cet aspect, associée à l'indication de l'état de charge des véhicules (State-of-Charge, SoC), permet de réduire au minimum les puissances de recharge nécessaires et donc d'optimiser les coûts liés à la rémunération des services.

En conclusion, on peut affirmer qu'une analyse claire des besoins et une planification à long terme sont à la

base d'une solution de recharge en entreprise durable, évolutive et tournée vers l'avenir. L'élément central est un système de gestion des recharges et de l'énergie autonome et ouvert, comme par exemple, ChargePilot de The Mobility House ou eFleet de Swisscharge, qui garantissent les exigences actuelles et futures pour la recharge des flottes et, en parallèle, effectuent d'autres tâches comme par exemple, le suivi, la surveillance de la recharge ou bien encore la facturation du courant électrique.

## 2.6 Recharge des e-bikes, e-trottinettes, e-scooters et e-motos

L'électrification progresse rapidement également dans le secteur des 2 roues. Vélos, scooters, trottinettes et motos électriques pour les déplacements domicile travail et pour les loisirs sont de plus en plus utilisés.

### 2.6.1 e-bikes

Les vélos électriques sont également de plus en plus populaires en Suisse : selon Pro Velo Suisse, 75 665 vélos électriques ont été vendus en 2016, ce qui correspond à une part de marché de 23,3%. Leurs ventes augmentent sensiblement depuis des années, de sorte qu'ils rattrapent de plus en plus les modèles du segment urbain. Cependant, la plupart des e-bikes sont encore vendues dans le segment sportif, même si elles sont largement utilisées pour les déplacements quotidiens en Suisse (Fig. 20<sup>7</sup>).

### La recharge des e-bikes

Que ce soit à la maison, sur la route ou au travail, les vélos électriques avec assistance au pédalage ou les vélos électriques rapides peuvent être rechargés par n'importe quelle prise domestique standard. Les e-bikes en Suisse et en Europe (ce qui suit ne s'applique pas aux États-Unis et au Canada) se caractérisent par :



**Fig. 21** : Armoires de recharge équipées de prises pour la recharge (source : EKZ).



**Fig. 22** : Rack avec prises de recharge (source : EKZ).

### e-bikes – vélos avec assistance au pédalage

- Considérés juridiquement comme les vélos.
- Sans obligation de permis de conduire, de casque ou d'assurance, conduite sans plaque.
- Le moteur électrique a une puissance maximale jusqu'à 250W.
- Ils assistent le cycliste au pédalage jusqu'à une vitesse de 25 km/h.
- Aide à la marche, avec vélo poussé, jusqu'à 6 km/h.
- Comme pour les vélos, il est possible de circuler librement là où cela n'est pas expressément interdit.
- Sièges pour enfants et remorques sont permis.
- Limite d'âge : en Suisse, ils peuvent être utilisés à partir de 14 ans (entre 14 et 16 ans avec permis cat. M).

### e-bikes rapides

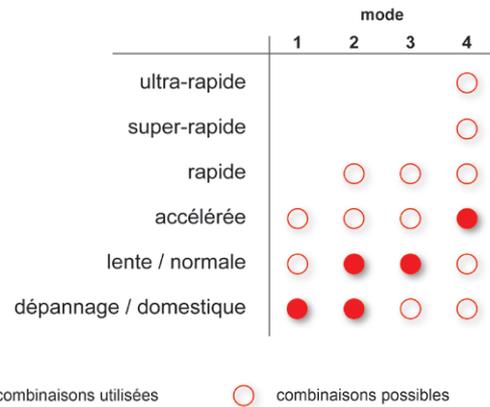
- En Suisse, une plaque avec vignette valable est obligatoire.
- En UE, ils sont classés comme motocycles légers (cat. L1e-B) et sont donc soumis à l'assurance et à l'enregistrement.
- En Suisse, le casque vélo est obligatoire (tandis qu'en UE, c'est le casque moto qui est obligatoire). Il faut, en outre, équiper les vélos de lumières et rétroviseur à gauche.
- La puissance maximale du moteur est de kW (limitée à kW en Suisse<sup>8</sup>).
- Ils assistent le cycliste au pédalage jusqu'à une vitesse de 45 km/h.
- Aide à la marche, avec vélo poussé, jusqu'à 6 km/h.
- En Suisse, ils peuvent être utilisés sur les routes et sur les pistes cyclables où cela n'est pas expressément interdit.
- Sièges pour enfants et remorques sont permis en Suisse<sup>9</sup>, tandis qu'en UE, ils sont interdits.
- Limite d'âge : en Suisse, ils peuvent être conduits à partir de 14 ans avec permis cat. M, à partir de 18 ans, sans permis.

### e-bikes – batterie intégrée dans le cadre

L'intégration de la batterie dans le cadre est désormais la norme pour les principaux fabricants mondiaux, seuls quelques modèles d'entrée de gamme à la technologie dépassée disposent encore de batteries externes. L'intégration de la batterie amovible au cadre présente plusieurs avantages : un aspect plus élancé du vélo, flexibilité et maniabilité et précision dans la conduite sans limitations, protection de la batterie. La durée de vie d'une batterie de e-bike intégrée ne dépend pas de son emplacement, mais, évidemment, de sa qualité. Les batteries de haute qualité, caractérisées par une capacité de stockage efficace de l'énergie, peuvent atteindre 1'000 cycles de recharge. En fonction de l'utilisation du e-bike, le cycle de vie d'une batterie peut varier entre 3 et 5 ans. L'autonomie, par contre, dépend de la capacité de la batterie en kWh. La référence de la capacité de la batterie pour l'année 2021, valable pour tous les principaux fabricants, est de 625 kWh. Dans tous les e-bikes modernes, on peut charger la batterie sans l'enlever du cadre. Dans les modèles moins chers/plus vieux il faut l'enlever et la charger à part. La durée de la charge dépend de la capacité de la batterie et du chargeur de batterie correspondant. Une recharge complète peut prendre entre 2 et 9 heures. Beaucoup de chargeurs permettent de charger 80% de la capacité de la batterie en un intervalle de temps correspondant à la moitié du temps nécessaire pour une charge complète. Pour la recharge publique, on a développé différents types de bornes de recharge, des armoires de recharge équipées de prises de courant (Fig. 21), aux racks auxquels sont ajoutées des prises (Fig. 22). Dans certaines situations, comme dans les restaurants ou les hôtels, la station de recharge est un local équipé de prises dans lequel on peut garer et charger les vélos. Il existe également des fabricants de e-bikes qui proposent des points de recharge exclusivement pour ses propres modèles. La plupart des bornes de recharge sont à l'extérieur et peuvent être utilisées 24 heures

<sup>8</sup> Pro Velo Suisse <https://www.pro-velo.ch/fr/themes/le-velo/velos-a-assistance-electrique>

<sup>9</sup> Art.63, alinéa 3/4, Ordonnance sur les règles de la circulation routière OCR.



**Fig. 23** : Combinaisons techniquement possibles entre modes de recharge et puissance connectée pour motocyclettes électriques. En rouge les combinaisons réellement utilisées. Avec recharge en mode 1 on entend la recharge faite avec un chargeur de batterie externe.

sur 24. En l'absence de protection contre les intempéries, on recommande de ne jamais recharger en cas de pluie, car la plupart des chargeurs de batterie ne sont pas étanches et pourraient être endommagés. Afin de pouvoir charger les batteries lors de trajets plus longs, on recommande de prendre avec soi son propre chargeur de batterie ou une batterie de réserve chargée.

### 2.6.2 Trotinettes électriques

A la maison, en voyage ou au travail, les e-scooters (ou trottinettes électriques) peuvent être rechargés avec n'importe quelle prise domestique standard protégée par un FI ou FI/LS. En fonction du modèle, la recharge peut durer entre 3 et 8 heures. A l'instar des e-bikes, les chargeurs de batterie ne sont pas installés sur le véhicule (off-board). Ceux qui sont fournis à l'achat sont principalement adaptés à une utilisation à l'intérieur et n'ont aucune protection particulière contre l'eau et/ou la poussière. Ils ont, en outre, un câble plutôt court (env. 1,5 m). Autant à la maison que dans les lieux publics, la recharge doit être faite dans un environnement protégé et sûr contre le feu. Pour les e-scooters et pour les e-bikes, il est suffisant que la prise soit protégée par un fusible de 6A.

### Recharge par induction

La recharge par induction (c'est-à-dire sans câbles de raccordement) peut représenter une alternative intéressante pour les e-scooters et est particulièrement indiquée dans les lieux publics où l'espace est limité ou pour les scooters en location.

### Coûts/facturation

Les coûts de recharge des e-bikes/e-scooters sont très bas à cause de la quantité d'énergie en jeu, cela signifie qu'un système de paiement de l'énergie, auprès des stations de recharge publiques, en tenant compte des coûts de gestion, n'est pas économiquement.

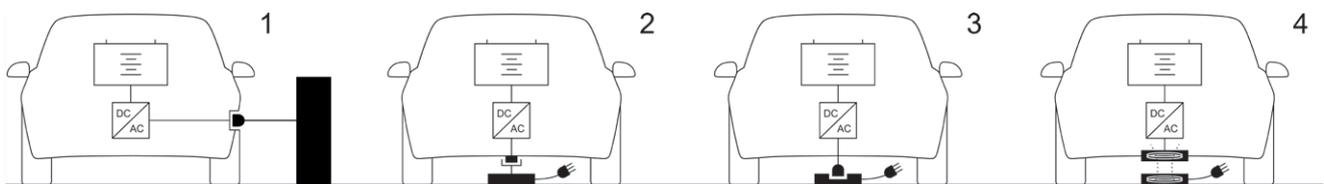
### 2.6.3 Scooters et motos électriques

En général, les scooters et les motos électriques peuvent être rechargés depuis une prise domestique standard. En fonction du modèle, le temps de recharge varie entre 5 et 8 heures, mais, généralement, pour les batteries au Lithium, 2 heures suffisent pour atteindre 70-80% de leur capacité.

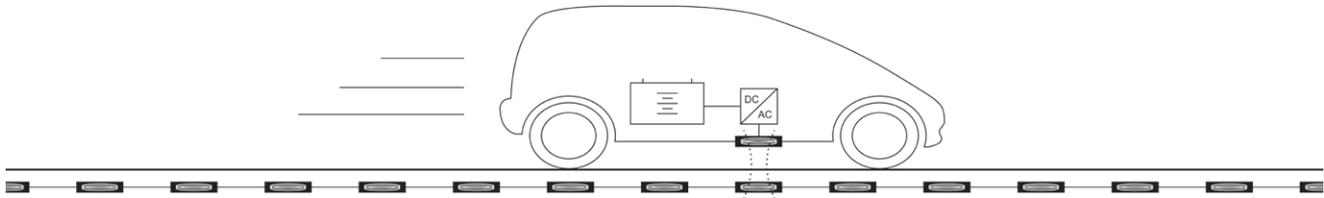
Certains fabricants de e-Rollers offrent des modèles avec batterie amovible, qui pèsent environ 10kg. Le temps de recharge peut être réduit avec un chargeur de batterie rapide ou, là où ils sont disponibles, 400 V, comme dans beaucoup de bornes de recharge.

Le moyen de transport plus performants se rechargent de manière similaire aux voitures, c'est-à-dire, soit avec un câble mode 2 à connecter sur une prise standard, soit sur une borne de recharge en mode 3 ou 4 (v. § 2.1.1 et Fig.3). Dans ces cas-là, le connecteur côté moto pour la charge AC est de type 1, surtout pour les modèles proposés par les fabricants asiatiques, ou type 2 pour les modèles proposés par les fabricants européens, mais pas uniquement.

Parmi les rares exemples de charge rapide DC en mode 4, on peut mentionner la Harley-Davidson Life Wire, équipée d'un connecteur CCS 2 (v. § 2.1 pour les définitions des types de connecteurs). La Fig. 24 résume les modes de recharge.



**Fig. 24 :** Solutions de recharge automatisée en cours de développement : 1) recharge par conduction avec bras de robot sur la station de recharge et connecteur latéral ; 2) comme 1 mais connecteur inférieur ; 3) comme 1 mais bras de robot sur la voiture ; 4) recharge par induction.



**Fig. 25 :** Recharge inductive avec des bobines sous la surface de la route pour permettre la recharge avec des véhicules en mouvement.

## 2.7 Évolution future

Les besoins futurs en matière de recharge et la recherche de nouvelles solutions vont dans la direction suivante :

- La recharge AC on-board normale sera la plus utilisée, avec éventuellement l'option de charge accélérée. Très peu de véhicules seront en mesure d'effectuer des charges AC à un niveau rapide.
- La recharge DC off-board sera proposée sur l'immense majorité des véhicules.
- Il y aura une augmentation du nombre de voitures avec une puissance maximale de la charge DC jusqu'à 150 kW et plus, en tout cas pour les véhicules possédants de gros assemblages en batterie (à partir de 60 kWh).
- Une évolution continue des systèmes de gestion de la charge, pour une meilleure intégration avec la gestion énergétique globale de l'ensemble du bâtiment.
- Les véhicules et les bornes de recharge pour la charge bidirectionnelle vont augmenter. Les producteurs japonais vont continuer à la proposer (Nissan, Mitsubishi et Honda). La Corée du Sud la propose avec la Kia EV6<sup>10</sup>, qui sera bientôt suivie par Hyundai. En Europe, ce sont la Peugeot iOn et la Citroën C-Zero qui supportent la charge bidirectionnelle. Audi et Hager travaillent sur l'intégration des voitures électriques dans le réseau électrique national, avec une attention particulière au photovoltaïque (PV), et le groupe VW a annoncé son intention d'introduire la recharge bidirectionnelle à large échelle en 2022. Cela pourrait aider la technologie à faire un pas en avant. On prévoit en outre l'introduction d'une norme internationale d'ici 2025, qui va régler également la recharge bidirectionnelle avec connecteurs CCS de manière contraignante<sup>11</sup>.
- Beaucoup d'efforts seront consacrés à la recherche de modèles d'entreprise rentables basés sur la participation des véhicules bidirectionnels au marché de l'énergie (charger les batteries lorsque l'électricité est plus avantageuse et les décharger lorsqu'elle coûte plus cher), au marché des services de régulation du réseau électrique et à d'autres opportunités qui se présenteront.
- Grâce à la numérisation croissante dans quelques années, il y aura sur le marché des solutions de recharge plug&charge d'après la norme ISO 15118, dans laquelle le véhicule est reconnu automatiquement et rechargé d'après le parcours planifié, une fois relié à la borne de recharge, sans qu'il y ait besoin d'autres actions. Cela permettra, non seulement de simplifier la recharge, mais, surtout, il sera possible aux opérateurs de flottes de simplifier le calcul de l'énergie nécessaire et calculer les coûts en fonction du parcours planifié. RFID et autres méthodes d'authentification pourraient donc devenir obsolètes.
- L'automatisation du processus de charge sera de plus en plus présente, vu l'importance grandissante des véhicules autonomes et des véhicules partagés, sans oublier les avantages d'un processus automatique de charge pour les gestionnaires de flottes. La recherche se concentre autant sur des solutions conductrices (c'est-à-dire des bornes de recharge avec connecteur robotisé), que sur des solutions inductives, comme résumé dans la Fig. 24.
- Pour les poids lourds en particulier, on va étudier des solutions qui permettent de charger pendant la marche, basées soit sur une conduite d'alimentation aérienne (Fig. 16), soit à induction, avec l'installation sous le revêtement routier de bobines pour générer le champ magnétique (Fig. 25). Le but de ces solutions est de garantir des autonomies conséquentes sans la nécessité de s'arrêter aux bornes de recharge rapide et en réduisant au minimum la quantité de batteries à bord du véhicule. Cela permettrait de diminuer de manière importante le poids et d'augmenter de façon exponentielle l'efficacité de fonctionnement d'un véhicule électrique.

<sup>10</sup> <https://ecomoto.de/2021/04/08/vw-will-bidirektionales-elektroauto-laden-in-die-breite-bringen/>

<sup>11</sup> <https://www.swiss-emobility.ch/fr/electromobilite/chargement/Bidirectionnalite.php>

# 3. Niveaux d'équipement électriques et catégories d'utilisateurs

Dans ce chapitre, on présente les concepts fondamentaux qui seront l'objet des chapitres suivants : catégories d'utilisateurs, niveaux d'équipement et segmentation de l'infrastructure de recharge.

L'infrastructure de recharge à installer dans un bâtiment dépend, en plus du type de véhicule, également du type d'utilisateurs des véhicules eux-mêmes. C'est la raison pour laquelle l'infrastructure de recharge est segmentée en conséquence, afin de s'adapter aux différentes classes d'utilisateurs. Après avoir identifié le type d'infrastructure nécessaire, on peut équiper un bâtiment pour la recharge des véhicules électriques à différents niveaux, qui vont du simple pré-aménagement à l'installation des bornes de recharge.

L'objectif de ce chapitre est de donner la définition des niveaux d'équipement et des classes d'utilisateurs, tels qu'ils sont définis dans le cahier technique SIA 2060 et de montrer la segmentation de l'infrastructure de recharge.

## 3.1 Catégories d'utilisateurs

La recommandation SIA prévoit différentes catégories d'utilisateurs (Anwenderklassen) en fonction du véhicule et de l'utilisations des parkings :



Parkings pour habitants de maisons individuelles (sleep&charge).



Parkings pour habitants de logements multifamiliaux (sleep&charge).



Parkings pour employés ou flottes d'entreprise (work&charge).



Parkings pour visiteurs ou clients (shop&charge).



Parkings pour visiteurs dont l'objectif principal est celui de recharger la voiture afin de poursuivre le voyage. Dans ce cas, on prévoit des bornes de recharge DC (coffee&charge, cappuccino&charge, espresso&charge).



Parkings pour motos et véhicules légers.



Parkings pour vélos et autres 2roues.

### 3.2 Niveaux d'équipement

Le cahier technique SIA 2060 prévoit 5 niveaux d'équipement pour le pré-aménagement des bâtiments (Fig. 26):

Un niveau d'équipement plus élevé possède l'avantage de permettre la réduction des temps d'installation de nouvelles bornes de recharge et de réduire globalement les coûts finaux d'installation, malgré le fait que les coûts initiaux soient plus élevés.

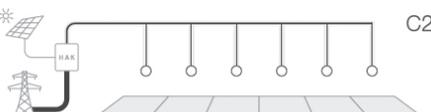
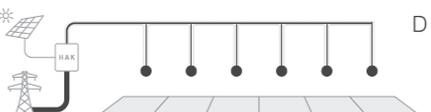
Niveau	Description	Voir chapitre
<p>A (Pipe for power)</p> 	<p>A Le parking possède un tube vide (ou bien, il existe la possibilité de poser des câbles électriques sans travaux de construction) de façon à ce qu'il soit facile de poser des câbles électriques dans un deuxième temps.</p>	5 (5.4.1)
<p>B (Power to building)</p> 	<p>B Le bâtiment possède un câble d'entrée suffisamment dimensionné pour couvrir les futurs besoins de puissance engendrés par les bornes de recharge.</p>	5 (5.4.2)
<p>C1 (Power to garage)</p> 	<p>C1 Le parking, mais pas chaque place de parking individuellement, est pré-aménagé avec des câbles électriques, de façon à ce qu'il soit plus facile de relier chaque place par la suite. Généralement, ce niveau est équipé avec des câbles plats ou avec des canalisations électriques.</p>	6
<p>C2 (Power to parking)</p> 	<p>C2 Le parking possède une alimentation électrique, de façon à ce qu'on puisse installer une borne de recharge rapidement dès que nécessaire. Généralement, cela est réalisé avec des prises industrielles CEE 11 kW (16 A 3-phases), comme dans le cas des bornes Alfen plug &amp; play ou des bornes du TCS, ou bien avec des plaques spécifiques pour certains produits.</p>	6
<p>D (Ready to charge )</p> 	<p>D Dans ce niveau, la borne de recharge est présente, il est donc déjà possible de recharger le véhicule.</p>	7

Fig. 26 : Représentation graphique des possibles niveaux d'équipement (source : Protoscar).

### 3.3 Segmentation de l'infrastructure de recharge

Il existe différentes dénominations utilisées pour classer les différents types de recharges, dans ce Guide nous utilisons les suivantes :



“sleep&charge” : charge qui exploite le temps de stationnement le plus long possible, généralement à domicile.



“work&charge” : charge qui exploite le temps de stationnement le plus long possible, généralement sur le lieu de travail.



“shop&charge” : charge qui exploite un temps de stationnement limité entre 2 trajets, généralement dans les parkings le long des routes, parkings en ouvrage, centres commerciaux, hôtels, restaurants, etc.



“coffee&charge” : charge qui exploite un temps de stationnement relativement court, généralement entre 1 et 2 heures.



“cappuccino&charge” : charge qui exploite un temps de stationnement relativement court, généralement entre 30 minutes et 1 h.



“espresso&charge” : charge qui exploite un temps de stationnement très court, généralement en moins de 30 min. (typiquement dans une station-service).



“ristretto&charge” : charge qui exploite un temps de stationnement très limité, p.ex. inférieur à 10 minutes (typiquement dans une station-service).

Temps de stationnement	Borne de recharge recommandée	Puissance de recharge
Jusqu'à 8 heures	3.6 - 11 kW AC  <i>sleep&amp;charge</i>	lente/normale
Jusqu'à 8 heures	3.6 - 11 kW AC  <i>work&amp;charge</i>	lente/normale
2 - 4 heures	3.6 - 11 kW AC  <i>shop&amp;charge</i>	lente/normale
1 - 2 heures	22 kW <b>AC + DC</b>  <i>coffee&amp;charge</i>	accélérée
30 minutes à 1 heure	50 kW DC  <i>cappuccino&amp;charge</i>	rapide
Moins de 30 minutes	120 - 150 kW DC  <i>espresso&amp;charge</i>	super-rapide
Moins de 10 minutes	250 - 350* kW DC  <i>ristretto&amp;charge</i> ou <i>ultra</i>	ultra-rapide

**Tableau 1** : Borne de recharge recommandée en fonction de la durée de stationnement.

\* Ces puissances de recharge ne sont possibles qu'avec des batteries de 800 volts.

## 4. Calcul de la puissance requise, du besoin en énergie et des temps de recharge

Le but de ce chapitre est de présenter les méthodes pour le calcul de la puissance nécessaire pour la recharge des véhicules, du besoin énergétique total et des temps de recharge.

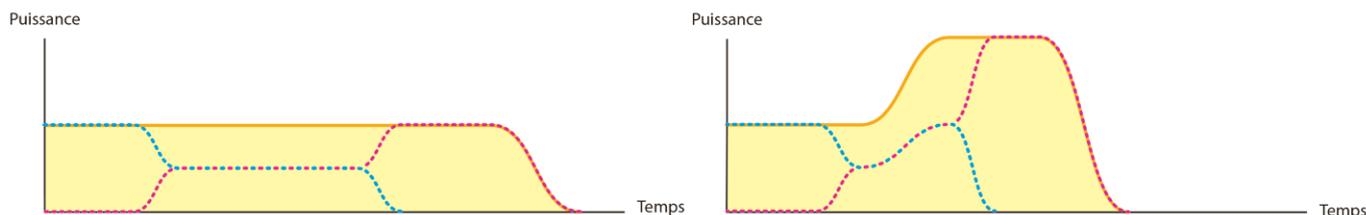
### 4.1 Système de gestion

Pour toutes les situations dans lesquelles on a plusieurs points de recharge, le calcul de la puissance requise consiste à identifier quelle est la valeur la plus basse possible qui permette de satisfaire aux exigences de recharge de chaque véhicule. Un dimensionnement calculé simplement en additionnant les puissances maximales de chaque point de recharge amènerait à obtenir une demande de puissance, auprès du fournisseur d'électricité, exagérément et inutilement élevée. L'adoption d'un système de gestion de la charge représente l'instrument qui permet de réduire la puissance et, donc, les coûts.

#### 4.1.1 Nécessité d'utiliser un système de gestion de la charge

Dans les cas où il y aurait deux bornes ou plus au même endroit (par exemple, dans un immeuble, dans les garages pour flottes ou dans les parkings publics ou privés), les "Prescriptions des distributeurs d'électricité" (PDIE, § 12, 3) recommandent d'installer, d'après les directives du gestionnaire de réseau, un système intelligent de gestion des recharges, généralement nommé "smart charging" ou "loadmanagement", dans le but d'éviter des pics de charge sur le réseau de distribution. Même si le gestionnaire de réseau local ne devait pas le demander expressément, ces systèmes de gestion de la charge sont vivement recommandés, dans la mesure où ils sont précisément l'instrument qui minimise la puissance requise, en intégrant aussi une production locale d'énergie et un éventuel système de stockage.

Lorsqu'on est face à plusieurs points de recharge sur le même raccordement au réseau, ils peuvent ne pas être tous simultanément en fonction (les temps de début de la charge et sa durée sont différents), et peuvent émettre des puissances inférieures à la puissance maximale (facteur d'utilisation), vu que les puissances maximales de recharge sont différentes entre chaque véhicules et, généralement, la puissance de charge, après une première phase plus ou moins longue à valeur constante, a tendance à diminuer (dans le cas d'une charge rapide, cela dépend aussi de la température de la batterie). Mais cela ne suffit pas de prendre en compte uniquement le facteur de simultanéité et le facteur d'utilisation pour réduire la puissance. Par exemple, en supposant d'avoir, dans un immeuble, un certain nombre de bornes de recharge en mesure d'émettre 11 kW maximum, bien que le début des charges du soir soit échelonné, le risque qu'elles soient quand même simultanément en charge (par exemple, après 19h30) est très élevé, ce qui amènerait



**Fig. 27 :** Gestion de la recharge statique (à gauche) et dynamique (à droite), exemple avec 3 utilisateurs.

avec prudence à obtenir un coefficient de simultanéité égal à 1. Même dans l'hypothèse d'un facteur d'utilisation autour de 0,6, on aurait quand même affaire à une puissance surdimensionnée. En effet, les véhicules disposent d'une nuit entière pour charger, mais le temps nécessaire à la charge n'est qu'une fraction du temps à disposition (pour charger 100 km d'autonomie à 11 kW, en effet, moins de 2 heures suffiraient) : si, au lieu de charger à puissance maximale pendant un laps de temps limité, on chargeait à une puissance plus basse pendant plus longtemps (par exemple, 8 heures à un peu plus de 2 kW), on pourrait avoir des véhicules totalement chargés le matin, ce qui représente, finalement, les attentes des utilisateurs finaux, avec moins de puissance utilisée.

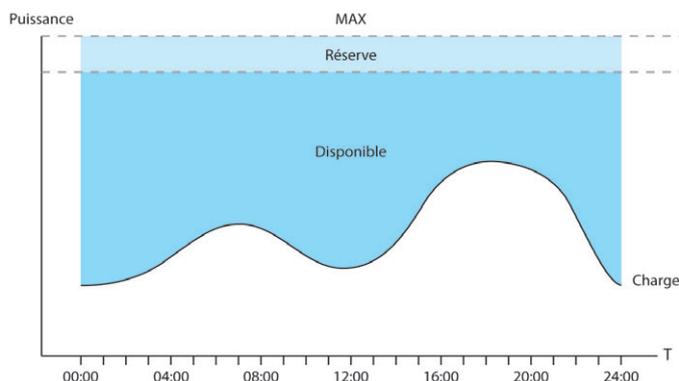
#### 4.1.2 Principe de fonctionnement des systèmes de gestion de la charge

Il existe essentiellement deux principes de fonctionnement :

- Statique (Fig. 27, à gauche) : est prédéfinie une valeur constante de la puissance totale disponible pour plusieurs bornes indépendamment de la présence d'autres utilisateurs (les autres habitants de l'immeuble) ou de systèmes de production d'énergie renouvelable. La puissance de recharge constante disponible est répartie sur tous les véhicules connectés. En présence de suffisamment de puissance il existe des systèmes qui arrivent à considérer la puissance de recharge spécifique du véhicule et à l'allouer pendant le processus de distribution.
- Dynamique (Fig. 27, à droite) : la puissance totale disponible pour les différentes bornes de recharge varie pendant toute la durée, en fonction de la consommation des autres utilisateurs qui rechargent sur le même raccordement électrique, ou en fonction de l'énergie produite sur place par les systèmes de production d'énergie renouvelable. Si, par exemple, le soleil apparaissait soudainement, et les panneaux

photovoltaïques se mettaient à produire de l'électricité, les bornes de recharge pourraient augmenter leurs puissances de recharge ; si, au contraire, à l'intérieur du bâtiment, un consommateur important devait s'activer, la puissance disponible pour les bornes de recharge serait réduite. La seule contrainte est de ne pas dépasser la puissance maximale spécifiée dans le contrat avec le fournisseur d'électricité.

Dans les deux cas, la puissance requise est calculée avec la méthode décrite dans le § 4.2. A égalité de puissance requise, un système dynamique offre une plus grande puissance disponible pour la recharge : c'est-à-dire la différence entre la puissance maximale pouvant être prélevée dans le réseau, d'après ce qui a été établi par le contrat de fourniture ou par la connexion électrique du parking et la puissance des autres charges reliées au compteur commun. Tandis qu'un système statique répartit uniquement la puissance requise entre les points de recharge (Fig. 27, à gauche), un système dynamique répartit la puissance disponible (Fig. 27, à droite), en exploitant le fait que généralement, elle varie au cours de la journée comme montré dans la Fig. 28 ; cette variation est encore plus marquée en présence de systèmes de production d'énergie renouvelable, tels que des installations photovoltaïques et des éoliennes.



**Fig. 28 :** La puissance disponible pour la charge correspond à la différence entre la puissance maximale disponible contractuellement et celle consommée par les autres charges, en tenant compte aussi d'une réserve. L'énergie disponible est représentée par l'aire en bleu qui doit être répartie entre tous les véhicules.

## 4.2 Calcul de la puissance requise pour la recharge

### Méthode 1

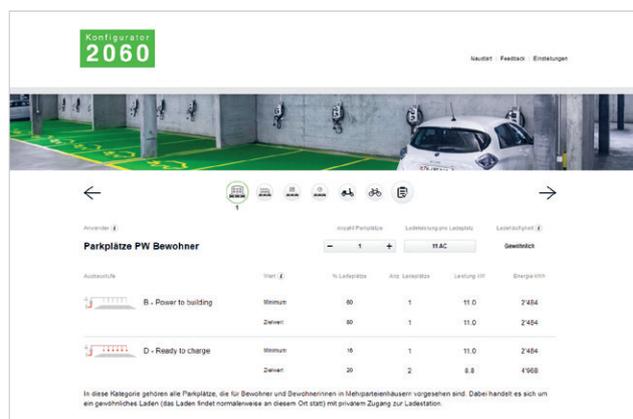
En général, la puissance requise est :

$$P_{requis} = \sum_{i=1}^{nbre\ points\ recharge} p_i k_i$$

Où  $p_i$  est la puissance du point de recharge générique et  $k_i$  est un coefficient correcteur qui comprend :

- Le facteur de simultanéité.
- Le facteur d'utilisation.
- L'effet du système de gestion de la recharge.

Lors du projet, après avoir identifié le nombre de points de recharge (par exemple, d'après les recommandations de la SIA 2060, v. § 5.1), il faut déterminer le facteur  $k$ . Généralement, ce facteur dépend du nombre de points de recharge, des classes d'utilisation (v. § 3.1) et de la puissance de la borne de recharge. Afin de faciliter le travail des concepteurs, le cahier technique SIA 2060 reporte formules et tableaux qui permettent de calculer  $k$  (en tenant compte de la gestion de la charge) pour les différentes classes d'utilisateurs et pour les différentes puissances des bornes de recharge. Une application web gratuite Configurateur SIA<sup>12</sup> est également mise à disposition pour faciliter le calcul du besoin annuel et de la puissance requise, conformément à ce qui est indiqué dans les tableaux de calcul du cahier technique SIA 2060 (Fig.29). En présence d'un seul point de recharge, la puissance requise coïncide avec la puissance maximale du point lui-même. Comme alternative, le concepteur peut s'appuyer sur ses propres méthodes et son expérience pour calculer le facteur  $k$ , pour cela, on recommande de tenir compte de tous les paramètres dont il dépend. Il faut cependant noter que le calcul de la puissance nécessaire n'est pas une science exacte, dans la mesure où le comportement des utilisateurs, l'état de charge des batteries des voitures électriques et la puissance de recharge ne sont jamais des données sûres. Il est, en outre, toujours né-



**Fig. 29 :** Après indication du nombre et de la puissance des points de recharge cette application ([www.configurateur2060.ch](http://www.configurateur2060.ch)) permet de calculer le besoin annuel en énergie et la puissance totale requise par les points de recharge.

cessaire de trouver un juste compromis entre la puissance théorique nécessaire et la faisabilité technique et économique de l'installation électrique.

### Méthode 2

Dans le cas de charges habituelles (v. § 2.1.4), on peut calculer la puissance moyenne requise par chaque point de recharge, en se basant sur la quantité d'énergie à charger (en raison du trajet moyen) et sur le temps pendant lequel la voiture est reliée à la borne de recharge. Par conséquent, cette méthode est appropriée lorsqu'on connaît ou on peut évaluer suffisamment bien les habitudes des utilisateurs, comme pour les immeubles d'habitations, les flottes et les bureaux. La puissance requise est la suivante :

$$P_{requis} = \sum_{i=1}^{nbre\ points\ recharge} \frac{c_i l_i}{t_i}$$

Où  $c_i$  est la consommation d'énergie en kWh/km depuis le réseau du véhicule qui charge au point de recharge  $i$ ,  $l_i$ , ce sont les km parcourus quotidiennement et  $t_i$  est le temps à disposition pour la charge. Par exemple, si on doit charger un véhicule électrique qui parcourt 30 km par jour (moyenne suisse 36,7 km<sup>13</sup>) et charge pendant 8 heures par jour, l'énergie quotidienne dont il a besoin va être de :

$$E = 20 \text{ kWh}/100 \text{ km} \cdot 30 \text{ km} = 6 \text{ kWh}$$

Par conséquent, la puissance moyenne requise va être de :

$$P = \frac{6 \text{ kWh}}{8 \text{ h}} = 0.75 \text{ kW}$$

Si on a, par exemple, 10 utilisateurs avec le même profil, il faudra, en théorie, 7,5 kW au total (et non 10 fois 11 kW - si on utilise des bornes avec cette puissance - c'est-à-dire, 110 kW). Évidemment, dans la réalité, il faudrait prendre en considération également le pire des

<sup>12</sup> [www.configurateur2060.ch](http://www.configurateur2060.ch)

<sup>13</sup> [https://www.energieschweiz.ch/mobilitaet/Mobilitaet in der Schweiz](https://www.energieschweiz.ch/mobilitaet/Mobilitaet%20in%20der%20Schweiz) Wichtigste Ergebnisse des Mikrozensus Mobilitaet und Verkehr 2010

<b>Energie batterie (kWh)</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
Temps recharge (h) à 3.6 kW	6.8	13.5	20.3	27	33.8
Temps recharge (h) à 11 kW	2.3	4.5	6.8	9.1	11.4

<b>Distance parcourue par jour (km)</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
Temps recharge (h) à 3.6 kW	1.1	2.9	4.6	5.7	11.5
Temps recharge (h) à 11 kW	0.4	1.0	1.5	1.9	3.9

**Tableau 2** : Temps nécessaires pour la recharge d'une quantité d'énergie donnée ou d'une autonomie donnée.

cas, dans lequel différents utilisateurs parcourent plus de kilomètres que ceux calculés ou bien ont moins de temps à disposition pour charger, et, donc, on pourrait installer une puissance de 11 kW ou 22 kW.

### 4.3 Calcul du besoin en énergie

On suggère deux méthodes, selon que la charge est habituelle ou occasionnelle (v. § 2.1.4 pour la définition de ces deux termes). Pour la charge habituelle, le besoin énergétique annuel est donné par :

$$E_{charge\ habituelle} = \sum_{i=1}^{nbre\ points\ recharge} c_i l_i$$

Où  $c_i$  est la consommation énergétique en kWh/km depuis le réseau du véhicule qui charge au point de recharge  $i$  et  $l_i$  ce sont les km parcourus annuellement. Si ces deux valeurs ne sont pas connues, on peut utiliser des valeurs moyennes comme indiqué dans la SIA 2060 ou recourir à d'autres sources. Pour la charge occasionnelle, on a :

$$E_{charge\ occasionnelle} = \left( \sum_{i=1}^{nbre\ points\ recharge} P_i k_i \right) t$$

Où  $P_i$  est la puissance maximale du point de recharge (en kW),  $k_i$  est un facteur correcteur et  $t$  est le nombre d'heures par an. Dans ce cas également,  $k$  comprend le facteur de simultanéité, d'utilisation et dépend aussi de la puissance du point de recharge. L'énergie également peut être calculée avec l'application web Configurateur SIA.

### 4.4 Calcul des temps de recharge

Le temps est donné par :

$$t_{charge} = \frac{E_{charge}}{P} (1 + k)$$

Où  $E_{charge}$  est l'énergie à charger (en kWh),  $P$  la puis-

sance de charge qui est égale :

- Pour les véhicules qui chargent en mode 3 : à la puissance nominale (en kW) de la borne de recharge ou du chargeur de batterie à bord (dans le cas où il est inférieur à celui de la borne de recharge).
- Pour les véhicules qui chargent en mode 4 : à la puissance nominale (en kW) de la borne de recharge ou à la puissance maximale de charge en mode 4 du véhicule, si inférieure à la puissance nominale de la borne.
- Pour les véhicules qui utilisent un chargeur de batterie externe (par exemple, e-bikes) : à la puissance nominale du chargeur de batterie.

$k$  est un facteur qui prend en compte les rendements et le fait que la charge peut ne pas avoir lieu à une puissance constante. Pour des calculs approximatifs, on peut utiliser  $k = 0,2$ .

Si on veut, par exemple, charger 17 kWh (c'est-à-dire l'énergie nécessaire pour parcourir 100 km) sur une borne de recharge avec une puissance nominale (= puissance du chargeur de batteries à bord) de 3.6 kW, le temps théorique est de  $17/3.6 = 4.6$  heures, tandis que le temps réel pourra être d'environ 5.5 heures. L'énergie requise dépend de la façon dont est utilisée la voiture.

En général, une recharge complète représente une exception : dans la plupart des cas, l'énergie rechargée est celle nécessaire pour couvrir le trajet moyen journalier. Le Tableau 2 indique les temps de recharge dans l'hypothèse d'une consommation énergétique classique de la voiture (de la prise à la roue) de 17 kWh/100 km, autant pour une charge complète de la batterie que pour une charge de la seule énergie requise pour couvrir un trajet journalier donné. Comme on le voit, pour charger complètement une très grande batterie il faut plusieurs heures, par contre les temps sont nettement inférieurs s'il ne faut charger que l'énergie consommée quotidiennement.

## 5. Niveaux d'équipement A et B : recommandations pour le pré-aménagement

L'objectif principal de ce chapitre est de fournir des conseils au niveau de la construction, pour l'intégration des exigences de l'électromobilité dans les nouvelles constructions ou rénovations conformément aux niveaux d'équipements A et B du cahier technique SIA 2060.

Lors de la conception et la construction d'un nouveau bâtiment ou d'une rénovation importante, la conformité au niveau d'équipement A et B de la SIA 2060, signifie prévoir tout ce qu'il faut pour amener les lignes d'alimentation et, éventuellement, de communication, aux points de recharge, sans qu'il faille effectuer des travaux de construction dans un deuxième temps. Pour cela, il faut définir :

- Le nombre de places de parking sur lesquelles il y aura un point de recharge et leur emplacement ;
- Le type de point de recharge qui s'adapte le mieux aux catégories d'utilisateurs prévues ;
- L'emplacement des points de recharge et les dimensions des places de parking, en tenant compte de l'encombrement des futures bornes de recharge ;
- Choisir la façon dont sera réalisée l'installation d'alimentation (par exemple, tubes, canaux, canalisations électriques), y compris les lignes de communication.

### 5.1 Choix du nombre de places de parking

Le nombre de places de parking à équiper dans l'avenir avec un point de recharge dépend des classes d'utilisateurs et du type de véhicules. Comme alternative à ce qui a été préconisé par la SIA 2060, c'est-à-dire que 100% des places de parking soient pré-aménagées pour l'installation future d'un point de recharge, on recommande d'utiliser le Tableau 3, qui donne le pourcentage des places de parking avec pré-aménagement pour la recharge pour les différentes classes et types de voitures. Ce pourcentage ne signifie pas que chaque place de parking aura un point de recharge, car, comme expliqué dans le § 2.1.3, pour les voitures/fourgonnettes, et, dans le § 2.6, pour les deux roues, une station de recharge peut permettre également la charge de plusieurs véhicules simultanément. Bien entendu, dans le cas de bâtiments avec plusieurs classes d'utilisateurs (par exemple, un bâtiment à usage résidentiel et commercial) les pourcentages sont à appliquer au nombre de places de parking destinées à chacune des classes d'utilisateurs.

La dernière classe d'utilisateurs, comme on le verra dans le détail au § 5.2, est celle qui requiert la recharge rapide. Dans ce cas, on préfère rendre attentifs les investisseurs et les concepteurs, que dans les contextes dans lesquels on prévoit une plus grande demande de charge rapide, par exemple dans les aires de repos d'autoroute ou dans les stations-service près des sorties d'autoroutes, il convient de prévoir dès le début une extension des possibilités de recharge. On n'exclut pas qu'à l'avenir les motocycles plus performants seront en mesure de charger rapidement : cependant, il n'est pas nécessaire de prévoir des places réservées à cette catégorie de véhicule, car elles utiliseront la même borne de recharge que les voitures.

Catégories d'utilisateurs	% places de parking avec possib. de recharge			Notes
	Voitures/ camionnettes	e-bikes	Motocycles, quadracycles	
Places de parking habitants	100%	0%	100%	Ex. : maisons individuelles, logements multifamiliaux et immeubles.
Places de parking flottes	100%	100%	100%	Classe non mentionnée explicitement dans la SIA 2060, mais maintenue par souci de continuité avec les éditions précédentes du Guide.
Places de parking employés	20-40%	100%	100%	
Places de parking clients/visiteurs	20-40%	100%	100%	Font partie de cette catégorie, toutes les places de parking réservés aux clients dans les commerces, restaurants et hôtels, y compris les parkings publics et parkings à étages, les parkings visiteurs dans les bureaux et industries.
Places de parking pour stationnement court durant le trajet	Min. 8 places de parking*	N/A	N/A	Ex. : aires de repos d'autoroute et autres sites de recharge rapide. Cette classe n'est valable que pour voitures et fourgonnettes.

**Tableau 3** : Nombre de places de parking pré-aménagées pour une future installation de points de recharge en fonction des catégories d'utilisateurs. \*pour aires d'autoroute

Catégories d'utilisateurs (M1 et N1)				Type de borne (*&charge)	Notes
Places de parking habitants	3 (2)	1	11 kW	sleep*	
Places de parking flottes	3	1	11 kW	work*	On recommande d'utiliser des bornes de recharge en mesure de charger 2 véhicules en parallèle afin d'optimiser l'installation électrique.
		2	22 kW		
	(4)	2	43 kW jusqu'à 150 kW	coffee*, capuccino*, espresso*	Utile si cela est nécessaire de charger un véhicule entre deux utilisations. La puissance dépend de la quantité d'énergie qu'il faut charger entre deux utilisations et du nombre de véhicules à charger.
Places de parking employés	3	1	11 kW	work*	On recommande d'utiliser des bornes de recharge en mesure de charger 2 véhicules en parallèle afin d'optimiser l'installation électrique.
		2	22 kW		
Places de parking clients/visiteurs	3	1	11 kW	sleep*	On recommande d'utiliser des bornes de recharge en mesure de charger 2 véhicules en parallèle afin d'optimiser l'installation électrique.
		2	22 kW		
	(4)	2	43 kW jusqu'à 150 kW	coffee*, capuccino*, espresso*	Il s'agit d'un service en plus mis à disposition des clients/visiteurs. Dans ce cas, le niveau de puissance dépend du choix du commanditaire.
Places de parking pour stationnement court durant le trajet	4	2	150 kW	espresso*, ristretto*	Alternative au cas précédent, dans les situations dans lesquelles on prévoit d'installer une borne avec points de recharge sur les deux côtés.
		4	350 kW		

**Tableau 4** : Type de borne de recharge recommandé pour les voitures et les fourgonnettes en fonction des catégories d'utilisateurs.

Catégories d'utilisateurs (e-bikes et autres 2roues)	Mode de recharge	N. charges en parallèle par borne	Puissance max raccordement	Notes
Places de parking habitants	Depuis prise standard	-	-	La charge est effectuée au domicile : il n'est pas nécessaire de prévoir d'infrastructure dans le parking.
Places de parking flottes		de 4 à 10	3,6 kW	Dans le but d'optimiser les coûts, chaque borne devrait servir pas moins de 4 places. On recommande des configurations de 6/8/9/10 places.
Places de parking employés				
Places de parking clients/visiteurs				

**Tableau 5** : Type de borne de recharge recommandé pour les e-bikes et autres 2-roues à batteries amovibles, en fonction de la catégorie d'utilisateurs.

Catégories d'utilisateurs (moto- et quadracycles)	Mode de recharge	N. charges en parallèle par borne	Puissance max raccordement	Notes
Places de parking habitants	1 (2)	1	3,6 kW	La charge est effectuée en se branchant sur une prise standard (T23).
Places de parking flottes		1 (3)	3,6 kW 11 kW	Nombre charges en parallèle = 1, signifie qu'on se branche sur une prise standard (T23). Dans le but d'optimiser les coûts, on peut regrouper les prises dans une borne de recharge.
Places de parking employés				
Places de parking clients/visiteurs		3	11 kW	Afin d'éviter des utilisations inappropriées de l'électricité, on recommande de regrouper les prises dans une borne de recharge.

**Tableau 6** : Type de borne de recharge recommandé pour les motocyclettes et quadracycles, en fonction de la catégorie d'utilisateurs.



**Fig. 30** : Exemple de borne de recharge mobile connectée au réseau par un connecteur CEE (source : EVTEC).



**Fig. 31** : Wall Box sur fixation avec roulettes.

Pour les vélos électriques, il est conseillé de ne pas prévoir de places de stationnement avec possibilité de recharge pour les résidents à l'extérieur. En général, il est toujours préférable de rentrer la batterie à l'intérieur, surtout en hiver, quand elle peut être endommagée par le froid. Les armoires de recharge sont généralement situées à l'intérieur (garages, abris à vélos, etc.). La recharge à l'extérieur convient pour la recharge à destination, la recharge pour les touristes ou les visites.

## 5.2 Choix du type de points de recharge

La prévision concernant les systèmes de charge qui vont être installés, c'est-à-dire si le point de recharge doit être une simple prise électrique ou une borne de recharge, la puissance, le nombre de points de recharge par borne, dépend du type de véhicule et des classes d'utilisateurs.

Dans les Tableaux 4, 5 et 6, on présente les recommandations pour les différents types de véhicules. Chaque tableau présente le mode de charge (v. § 2.1.1 pour les définitions des modes), le nombre de charges en parallèle conseillé pour chaque borne de recharge, la puissance maximale de raccordement pour chaque borne de recharge ou prise électrique, en fonction des cas, et le type de borne de recharge recommandé (v. § 3.3 pour la définition du type de borne). Lorsqu'un mode apparaît entre parenthèses, cela signifie qu'il s'agit d'une option. A noter que quand on parle de nombre de charges en parallèle, cela n'implique pas forcément que la borne de recharge ait le même nombre de points de recharge : par exemple, il existe des bornes de recharge rapide avec 4 points, mais qui peuvent fournir simultanément de la puissance à 2 points.

Le Tableau 4 présente les recommandations et les options possibles pour les différents utilisateurs, pour ce qui concerne les voitures (M1) et les fourgonnettes (N1).

Si dans les parkings pour flottes et pour clients/visiteurs, on ne connaît pas les souhaits des commanditaires concernant une éventuelle installation de futures stations de recharge en mode 4, on recommande de pré-aménager 75% des bornes prévues pour la recharge voitures en mode 3 et les autres 25% pour la recharge en mode 4.

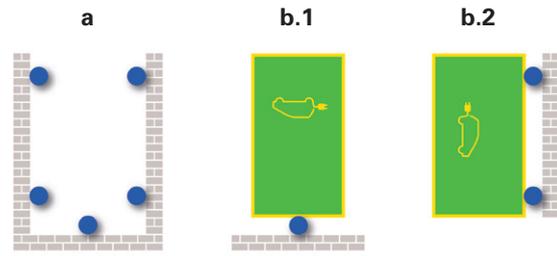
Selon les cas, il peut être utile, au lieu de réserver une ou plusieurs places pour les véhicules électriques, de disposer de bornes de recharge mobiles (Fig. 30) ou des Wall Box montées sur un support à roulettes (Fig. 31) à placer à chaque fois là où il faut recharger un véhicule. Cette solution peut être utile, par exemple, dans les garages ou chez les concessionnaires pour charger les voitures des clients lorsqu'elles sont dans l'atelier pour la maintenance ou en attente du service ou du retrait de la part du client. Ayant à disposition un certain nombre de prises CEE dans l'atelier et/ou dans la zone de parking, il y a la possibilité d'utiliser aisément toutes les places de stationnement présentes. Les bornes de recharge portables peuvent aussi être utilisées à l'extérieur, en installant des prises CEE sur un mur, sur des colonnes ou dans des regards.

Pour les vélos et les autres deux-roues avec batteries amovibles, on recommande de prévoir ce qui est indiqué dans le Tableau 5. Pour les motos et les quadricycles, on recommande de prévoir ce qui est indiqué dans le Tableau 6. Les valeurs entre parenthèses signifient qu'il s'agit d'options. Étant donné que le point de recharge est une prise standard, le mode de recharge 2 n'a aucun impact sur le type de point de recharge.

Quel que soit le type de voiture, on recommande d'utiliser les bornes de type Wall Box, dans toutes les situations dans lesquelles on peut exploiter les murs adjacents au parking et de recourir aux Totem ou à des solutions du genre borne Lampadaire, s'il n'existe pas d'alternative aux Wall Box.



**Fig. 32** : Exemple de parking pour flottes dimensionné pour plusieurs points de recharge (source : Invisia).



**Fig. 33** : Points d'installation possibles de la borne de recharge, indiqués par des ronds bleus, sur les parkings des maisons individuelles. Le cas **a** présente la variante box/garage, tandis que les cas **b.1** et **b.2** se réfèrent aux parkings en extérieur.

### 5.3 Aménagement des places de recharge

#### Places de recharge pour véhicules électriques

Généralement, pour les places de parking pour les véhicules électriques il faut une plus grande surface que pour les parkings standard (espace pour le câble de recharge, éventuel raccordement latéral, etc., Fig. 32). Pour ce motif, on recommande de consacrer aux points de recharge pour véhicules électriques une plus grande surface de stationnement que celle réservée aux véhicules à moteur à combustion : +60 cm en largeur et +40 cm en longueur. Si la borne de recharge est installée à l'intérieur de la place, en définissant l'accessibilité, il est nécessaire de tenir compte du volume occupé par la borne. Le Tableau 7 donne des dimensions indicatives des espaces en plan.

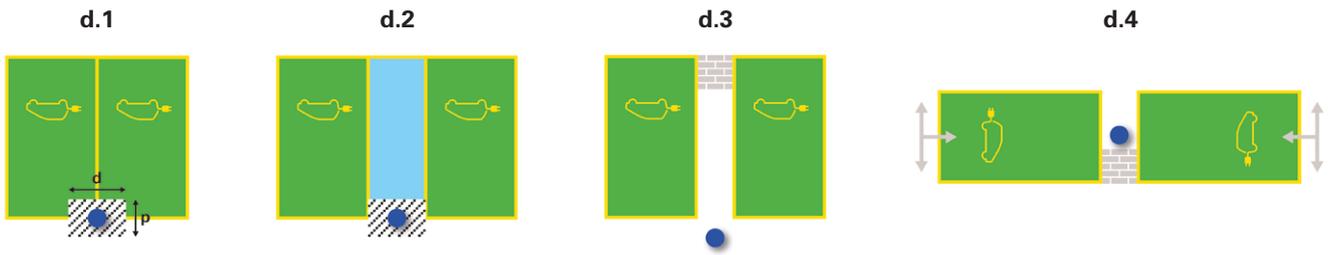
Type de borne	d [cm]	b [cm]
Wall Box	50	30
Totem	80	60

Tableau 7

En raison de leur taille, les bornes de recharge rapide ou supérieures doivent toujours être installées en dehors de la surface de la place de recharge. L'emplacement le plus approprié pour l'installation de la borne de recharge est indiqué dans le Tableau 8. Figures 35, 36, 37 et 41 montrent des exemples d'aménagements indiqués dans le Tableau 8. Pour en augmenter la sécurité, on recommande d'installer les bornes de recharge Totem en position surélevée par rapport à la surface de la route (à l'instar des pompes à essence). Étant donné que la demande de recharge rapide est appelée à croître de façon importante dans le futur, là où sont prévu des places de parking pour stationnement court durant le trajet il convient d'appliquer le pré-aménagement dans des zones qui permettent, en cas de nécessité, de créer d'autres places de parking (Fig. 40). Si possible, choisir des zones pour le pré-aménagement qui permettent d'être prêts pour les développements technologiques de la recharge rapide.

Bornes capables de recharger deux véhicules simultanément	Emplacement de la borne de recharge	Aménagement	Note
1 véhicule	– Face à la place de parking. – Quart antérieur ou quart postérieur de la longueur de la place.	Fig. 33	Dans le cas d'installation à l'intérieur d'un box/garage, on suggère le côté passager (en fonction du sens dans lequel on entre habituellement dans le box).
2 véhicules	À cheval entre les places de recharge.	Fig. 34	On conseille d'étudier l'opportunité de combiner 2 places de parking pour voiture avec 1 place de parking pour motorcycle/quadricycle (Fig. 35).
4 véhicules	À cheval entre les places.	Fig. 38	

Tableau 8



**Fig. 34** : Points d'installation possibles d'une bornes de recharge, indiqués par des ronds bleus, qui peut charger 2 voitures simultanément. Les cas **d.3** et **d.4** se réfèrent à des places de stationnement dans parkings couverts à proximité de piliers porteurs ; avec ces aménagements, on peut exploiter l'espace entre les places dû à la présence des piliers pour y installer les bornes, sans réduire la taille des places de parking.



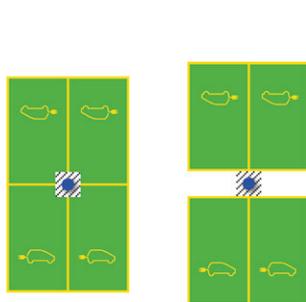
**Fig. 35** : Un bon exemple de borne Totem qui alimente simultanément 2 voitures et un motocycle/quadricycle (aménagement **d.2**, Fig. 34).



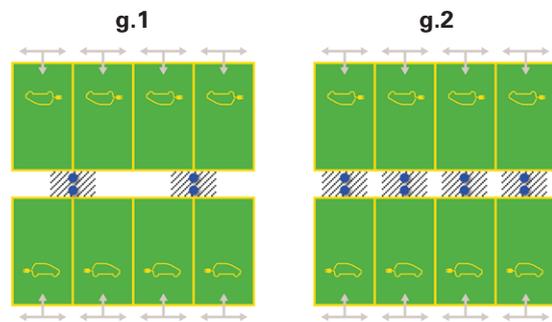
**Fig. 36** : Borne de recharge normale/accélérée pour places de parkings visiteurs/clients à l'extérieur (source : EKZ).



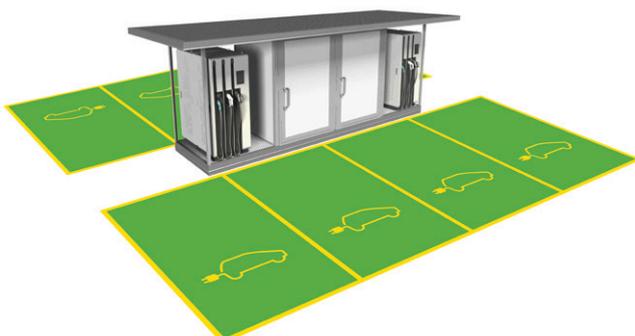
**Fig. 37** : Borne de recharge rapide installée en dehors de la place de recharge.



**Fig. 38** : Installation d'une borne de recharge capable de recharger 4 véhicules en même temps, la borne est installée à l'intérieur (à gauche) ou à l'extérieur (à droite) des places.



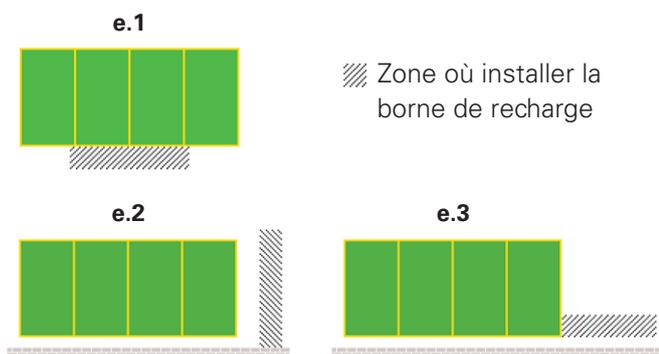
**Fig. 39** : Aménagements possibles pour les points de recharge sur les aires d'autoroute. Le cas **g.1** se réfère aux bornes "en parallèle" et le cas **g.2** aux bornes "en série".



**Fig. 40** : Exemple d'aménagement d'une possible future station de recharge de véhicules électriques sur une aire d'autoroute avec 4 bornes de type "en parallèle" et un système de stockage central.



**Fig. 41** : Installation de bornes de recharge rapide avec un aménagement similaire à celui des stations-service.



**Fig. 42 :** Possibilités d'installation de places de parking et bornes de recharge pour e-bike.

Avec l'amélioration continue des systèmes de stockage d'énergie électrique, dans le futur, il sera très probablement plus intéressant d'installer, sur les aires d'autoroute, des systèmes de stockage dans le but de diminuer les pics de charge de raccordement au réseau. Dans la Fig. 40, on voit un exemple d'aménagement avec système de stockage.

Une autre évolution possible est l'augmentation prévue de la puissance de recharge qui pourrait permettre, dans le futur, la recharge complète d'un véhicule en moins de 10 minutes. Compte tenu des temps de recharge extrêmement on pourra installer des points de recharge caractérisés par une configuration semblable à celle des pompes à essence actuelles.

La Fig. 41 montre la réalisation de ce concept.

### e-bikes

Comme expliqué au § 5.2, les places avec un point de recharge les catégories d'utilisateurs places de parking flottes, employés, clients/visiteurs. Dans ces contextes, on recommande de regrouper toutes les places réservées aux e-bikes à proximité du point d'installation prévu des bornes de recharge. En plus de la surface occupée par les places et la borne de recharge, il faut prévoir assez d'espace pour permettre l'accès à la borne par les cyclistes. Dans la Fig. 42 sont présentés quelques exemples d'aménagements possibles.

Lorsque les emplacements se situent à l'extérieur, on recommande la planification d'un abri de protection pour permettre d'insérer et retirer la batterie de manière plus confortable.



**Fig. 43 :** Points d'installation possibles des bornes de recharge pour motocycles et quadricycles dans les parkings publics et parkings à étages. Dans le cas **f.1**, la borne dessert trois emplacements pour motocycles, dans le cas **f.2** elle dessert trois emplacements pour quadricycles, tandis que dans le cas **f.3**, deux emplacements pour quadricycles sont combinés avec un emplacement pour motocycles.

### Motocycles et quadricycles électriques

L'emplacement le plus approprié pour l'installation du point de recharge (prise T23 230 V - 16 A) se trouve face à la place de parking correspondante. Pour les catégories places de parking flottes, employés, clients et visiteurs on recommande de positionner le Wall Box ou Totem face à la place de parking centrale (Fig. 43).

Il est possible aussi de combiner la place pour les quadricycles/motocycles avec 2 places pour voitures, de façon à ce que les trois soient servies par une seule borne Totem (Fig. 34, cas d2).

### Notes :

En général, lorsque les emplacements se situent à l'extérieur, on recommande la planification d'un abri de protection pour la borne de recharge et donc d'en tenir compte lors de l'aménagement des places de parking (Fig. 44).

Si la borne de recharge est installée à un endroit où des personnes seraient susceptible de passer en chaise roulante, son positionnement, en tenant compte de la présence de câbles de recharge, ne doit pas gêner le passage. Pour les contextes dans lesquels les places de parking pour personnes en chaise roulante sont obligatoires (v. SIA 500/SN 521 500), on recommande de veiller à ce qu'une place, au moins, ait des dimensions adaptées pour les personnes en chaise roulante, si les places sont inférieures à 25 (v. chap. 7.2 et Fig. 54); au moins 2 entre 26 et 52 places, au moins 4 entre 51 et 75 places et 4, entre 76 et 100 places (comme, par exemple, dans le règlement californien).



**Fig. 44** : Exemple de borne de recharge avec protection (source : GOFAST).



**Fig. 45** : Prise CEE munie de connecteur incorporé T23 (par exemple pour scooters électriques, aspirateurs, etc.) : alternative utile pour les compteurs en amont du point de contact et non dans la colonne de recharge.

## 5.4 Pré-aménagement pour le système d'alimentation et de communication

Lors de la conception d'un nouveau bâtiment ou d'une rénovation, le type d'infrastructure de recharge peut ne pas être encore défini, pour ce motif, les pré-aménagements présentés dans ce chapitre sont conçus pour permettre un maximum de flexibilité. Par exemple, selon le système de gestion des charges, les bornes de recharge doivent être reliées au réseau entre elles en cascade, ou bien reliées une par une avec un serveur ou un router : lors du projet, il convient donc de prévoir les deux possibilités afin d'avoir, par la suite, une plus grande liberté de choix.

### 5.4.1 Pré-aménagement pour le niveau d'équipement A

Le pré-aménagement est nécessaire pour l'installation future de bornes de recharge, donc :

- La recharge des e-bikes ne nécessite pas de pré-aménagements particuliers, puisque les batteries sont rechargées au domicile.
- Le pré-aménagement pour la recharge de motos et quadricycles, dans les places de parking dépourvues de bornes de recharge (v. § 5.2) concerne uniquement la possibilité de raccordement au moyen d'une prise standard de type T23 (230 V-16 A) (Fig. 45).

Pour les voitures et les camionnettes, les pré-aménagements recommandés pour l'installation future de bornes de recharge sont indiqués dans les Tableaux 9 et 10 :

Catégories d'utilisateurs	Prévoir pour :	
	L'alimentation des bornes de recharge	La communication avec et entre les bornes de recharge
Maison individuelle	Un tube pour la ligne électrique adapté à la puissance prévue (§ 4.2) qui relie la distribution principale au point de recharge.	Un tube (Ø 25 mm) entre le point de recharge et la distribution principale/local technique de la maison.
Logements multifamiliaux et autres catégories d'utilisateurs	Des tubes pour la ligne électrique adaptés à la puissance prévue (§ 4.2), ou des chemins de câbles avec descentes, qui relient la distribution principale de l'immeuble/tableau électrique secondaire aux bornes de recharge. Le dimensionnement doit prendre en compte l'éventualité d'un branchement simultané de tous les points de recharge.	Des tubes de raccordement à consacrer à la communication (Ø 25 mm) entre la distribution principale du bâtiment/tableau électrique secondaire et les différents points de recharge. Prévoir également que les bornes puissent être reliées en cascade entre elles.

**Tableau 9**

Catégories d'utilisateurs	Prévoir dans la distribution principale/tableau électrique secondaire			
	L'espace pour Protections de ligne	Compteurs dédiés	Système de gestion des recharges	Liaison internet
Maison individuelle	OUI	-	-	-
Logements multifamiliaux et autres catégories d'utilisateurs	OUI	OUI	OUI	OUI

**Tableau 10**

P charge	Racc. él.	1x 16 A 3,7 kW	1x 32 A 7,4 kW	3x 16 A 11 kW	1x 63 A 14,5 kW	3x 32 A 22 kW	3x 63 A 43,5 kW	3x 80 A 55 kW	3x 143 A 98 kW	3x 300 A 207 kW
lente/normale		M25								
accélérée			M32	M25						
rapide					M40	M40				
super-rapide							M50	M50		
ultra-rapide									Ø65	Ø100

**Tableau 11** : Lignes électriques de raccordement généralement demandées, en fonction du niveau de puissance de recharge de la borne. Les couleurs indiquent le Ø du tube à prévoir pour la ligne électrique. Les mesures sont indicatives et prennent en considération un mode de pose B2 (câble électrique dans le tube encastré dans le béton) ; elles devront être remaniées en fonction du type et du lieu d'installation.

En plus des indications des tableaux, dans les cas où les distances entre les points de recharge prévus et la distribution principale sont importantes, on conseille l'installation d'un tableau électrique secondaire sur les parkings destinés aux véhicules électriques. Le dimensionnement de la liaison entre tableau électrique secondaire et distribution principale, doit prendre en compte l'éventualité d'un branchement simultané de tous les points de recharge. En même temps que le tube ou chemin de câbles pour la ligne électrique, il faut planifier la pose d'un tube à consacrer à la communication (Ø 25 mm) entre le tableau électrique secondaire et la distribution principale. Pour la catégorie d'utilisateurs places de parking pour stationnement court durant le trajet, il est essentiel, à cause des hautes puissances requises par ce contexte, l'installation d'un tableau électrique secondaire.

En général on recommande aussi le pré-aménagement du photovoltaïque d'accumulation :

- Dans la mesure du possible prévoir un espace à consacrer à la batterie tampon et aux systèmes de conversion d'énergie (onduleur, etc.), ainsi qu'au tube de raccordement entre le local technique et le toit. Le dimensionnement est à définir en fonction du bâtiment et de la dimension de l'installation photovoltaïque qu'il est possible d'installer.
- Prévoir une largeur d'accès (portes) suffisamment grande pour le passage des batteries.

Lorsque l'installation de la borne de recharge n'est pas prévue à court terme sont recommandés les pré-aménagements de base pour l'installation future de :

- Borne Wall Box : couverture des boîtiers muraux avec un couvercle, afin d'empêcher la poussière/l'eau d'entrer.
- Borne Totem : installation d'un regard enterré pour couvrir les tubes auprès du point d'installation prévu pour la borne de recharge.

- Borne Lampadaire : on recommande d'enterrer les tubes dimensionnés pour contenir les câbles électriques pour la lumière et pour l'alimentation de la borne de recharge.

**Note sur la bidirectionnalité :**

Le pré-aménagement pour l'installation d'appareils de recharge bidirectionnels est caractérisé automatiquement par la présence d'un tube à consacrer à la communication entre point de recharge et distribution principale, qui peut être utilisé pour régler la mise en réseau de l'électricité stockée par la voiture.

#### 5.4.2 Pré-aménagement pour le niveau d'équipement B

En complément aux pré-aménagements pour le niveau A, il faut dimensionner le raccordement au réseau électrique, en additionnant à la puissance requise par la charge et calculée d'après les explications au § 4.2, celle requise par les autres usages.

#### 5.4.3 Tableau récapitulatif : diamètres tubes

Le Tableau 11 énumère les raccordements électriques des bornes de recharge en fonction de leurs niveaux de puissance de recharge<sup>14</sup>. Les couleurs indiquent les diamètres des tubes recommandés en fonction du raccordement. Pour les lignes de communication, on recommande l'installation de tubes de Ø de 25 mm.

<sup>14</sup> Le type de raccordement électrique utilisé dans le domaine de la recharge rapide varie en fonction du type de borne. Des exemples de raccordements électriques qui caractérisent quelques bornes de recharge rapide actuellement sur le marché figurent dans le tableau.

## 6. Niveaux d'équipement C1 et C2 : recommandations pour la réalisation du système d'alimentation

Le but principal des recommandations qui suivent est de fournir des conseils pour la réalisation de l'installation électrique servant à l'alimentation des points de recharge pour que le bâtiment soit conforme aux niveaux C1 et C2 du cahier technique SIA 2060.

La conformité au niveau d'équipement C1 ou C2 de la SIA 2060, signifie prévoir et installer les lignes d'alimentation aux points de recharge. Pour cela, il faut :

- Dès que le courant maximal requis par le point de recharge est connu, calculé sur la base des puissances calculées comme indiqué dans §4.2, procéder au dimensionnement des câbles et des protections électriques selon les mêmes méthodes employées pour n'importe quel autre appareil électrique.
- Choisir le type d'alimentation de la borne de recharge.
- Choisir la méthode d'alimentation des points de recharge.
- Définir la façon de pré-aménager l'installation électrique pour le raccordement des bornes de recharge.

A l'exception de l'installation électrique, qui doit respecter les exigences imposées par les normes, pour tous les autres aspects abordés dans ce chapitre, il existe plusieurs solutions : dans les paragraphes suivants, on fournit des recommandations pour s'orienter dans le choix de la solution la plus adaptée aux exigences de chacun.

### 6.1 Choix du type d'alimentation de la borne de recharge

Il existe trois méthodes possibles pour connecter une borne de recharge au réseau d'alimentation :

- De manière fixe.
- Au moyen d'une fiche branchée sur une prise fixe.
- Au moyen de plaques arrière de fixation au mur, qui englobent la connexion électrique et mécanique de la borne.

Selon la solution choisie le point de raccordement (Fig. 46) entre le véhicule et le réseau/borne de recharge, défini par la NIN2020 (7.22.2.2) comme l'endroit où un véhicule électrique est connecté avec une installation fixe, coïncide avec :

- Le connecteur entre voiture et borne de recharge, lorsque les bornes de recharge sont reliées de manière permanente au réseau.
- Le connecteur entre borne de recharge et réseau, lorsque la borne de recharge est reliée à une prise fixe au moyen d'une fiche (Fig. 30 et Fig. 45).

Le choix du type de point de raccordement doit être évalué au cas par cas et a un impact sur les exigences de l'installation électrique, comme indiqué dans le § 6.2.

Le Tableau 12 compare les 3 solutions, en fonction des différentes exigences.

Le tableau montre que le premier et le troisième cas sont particulièrement appropriés :

- Lorsqu'on ne prévoit pas de changer la borne de recharge.
- Dans les lieux publics ou partout où la présence de prises accessibles à tout le monde n'est pas conseillée.

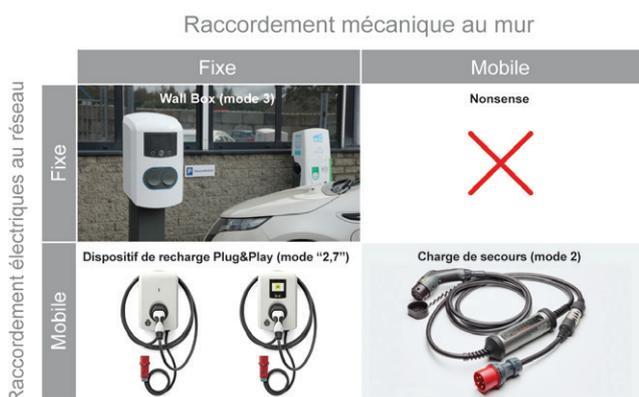


Fig. 46 : Raccordement mobile/fixe.



**Fig. 47 :** Dispositif optimal pour une future borne de recharge avec prise CEE et connexion LAN pour l'insertion de la borne de recharge dans un système de gestion des recharges et/ou d'accès et de paiement.



**Fig. 48 :** Prise CEE verrouillable pour le domaine semi-public.



**Fig. 49 :** Exemple d'adaptateurs munis de protection.

Le second est particulièrement indiqué dans les lieux privés, où on veut privilégier la flexibilité de l'installation. Cette solution dénommée plug&play est recommandée et activement soutenue par le TCS (Annexe 1). Le troisième cas permet également de remplacer facilement une station en cas de panne ou de changement de locataire, ou de passer à une version plus ou moins performante de la borne de recharge. Toutefois, les plaques arrière sont des solutions propriétaires, telles que ZapCharger Pro (Fig. 50) et easee (Fig. 51 et étude de cas chapitre 10.2.1), ce qui limite la flexibilité par rapport à l'avenir.

Dans le cas du point de raccordement avec une prise permanente, on recommande de :

- Utiliser une prise industrielle de type EN60309 (prise CEE).
- Même si la voiture à charger utilise une seule phase, il est conseillé d'installer une prise CEE triphasée, de façon à avoir une installation plus flexible dans

l'éventualité de passer d'une voiture monophasée à une voiture qui charge triphasé.

- Toujours choisir des bornes de recharge avec une fiche EN60309 compatible avec la prise murale EN60309.
- Ne jamais utiliser d'adaptateur entre la fiche et la prise murale. Les adaptateurs interdits sont, notamment, ceux qui, côté borne de recharge, ont une capacité supérieure au côté réseau, à moins qu'ils ne soient pourvus de protection électrique intégrée (Fig. 49)<sup>15</sup>. Par exemple, si la prise murale possède une capacité de 16 A et la borne de recharge possède une fiche à 32 A, on pourrait utiliser un adaptateur, mais cela est interdit, à moins qu'il soit pourvu d'une protection. À ce stade, pour charger la voiture, il devient donc nécessaire de régler la puissance des bornes de recharge de manière à ce que le courant maximal ne soit pas supérieur à 16 A.

	Connexion fixe	Avec une fiche branchée sur une prise fixe	Avec plaques arrière
Remplacement de la borne de recharge	=	++	+
Ajout de bornes de recharge	=	+	+
Possibilité d'utiliser des bornes de différents fabricants	OUI	OUI	NON
Le câble du mode 2 peut être connecté en cas de défaillance de la borne	NON	OUI	NON
Possibilité de déconnexion accidentelle	NON	OUI, mais évitable avec une serrure mécanique.	NON
Possibilité de déconnexion sous charge	NON	OUI, mais évitable avec une prise CEE verrouillée (Fig. 48).	NON
Possibilité d'utiliser des systèmes de gestion de la charge de tiers	OUI	OUI	NON

**Tableau 12**



Fig. 50 : Solution avec plaque arrière de fixation (source : NovaVolt).



Fig. 51 : Installation extensible avec borne easee et plaques dorsales dans un parking souterrain (source : ewz).

## 6.2 Réalisation du système d'alimentation

Quel que soit le type de raccordement, le circuit d'alimentation doit répondre aux exigences indiquées dans le Tableau 13. La protection contre les courants de défaut peut se trouver sur le circuit d'alimentation et/ou à l'intérieur de la borne de recharge. Le Tableau 14 indique les exigences minimales. En cas de FI internes et externes, la sensibilité du FI protégeant le point de connexion doit être compatible avec celle des FI de la borne de recharge. Afin de ne pas accentuer l'asymétrie de la charge de phases, une différence de courant entre les phases de plus de 16 A est interdite en Suisse, il est donc interdit d'utiliser des équipements et de recharger des véhicules qui utilisent plus de 16 A sur une phase. Cependant, comme il y a aussi des voitures étrangères qui circulent sur les routes suisses (par exemple avec 32 A sur une seule phase), la limitation du courant doit être effectuée par la borne de recharge.

Pour les situations (par exemple, pour les logements multifamiliaux, les parkings pour flottes, les parkings publics) dans lesquelles il y a plusieurs points de raccordement à alimenter, la rotation des phases est obligatoire. Si on recharge plusieurs véhicules monophasés en même temps, il y a essentiellement deux options :

1. Application d'une solution de recharge avec intégration de l'équilibrage dynamique des phases.
2. Raccordement fixe et alterné de bornes de recharge monophasées, c'est-à-dire que le premier point de recharge est alimenté par L1, le second par L2, le troisième par L3, le quatrième par L1 et ainsi de suite.

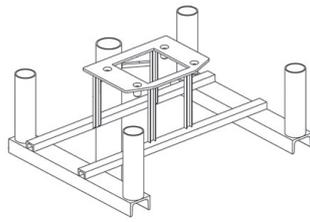
La deuxième solution possède l'inconvénient que, malgré un raccordement des points de recharge alterné dans le cas d'une série de places de parking involontairement défavorables (p.ex. 1 voiture toutes les 3 places), il peut y avoir quand même des déséquilibres de la charge.

Exigences	Réf. NIN2020	Réalisation		
Le point de raccordement doit toujours être alimenté par une ligne séparée	7.22.3.1.4	Cette ligne peut être réalisée, par exemple, en reliant chaque point de recharge ou directement au panneau électrique, à une barre omnibus ou à un câble plat (ce dernier étant généralement limité à un courant de 63 A par phase).		
Le point de raccordement doit toujours être protégé contre les surintensités et les courants de défaut, FI avec courant nominal d'ouverture = 30 mA	7.22.5.3.1	Si un véhicule est alimenté avec un connecteur dédié (cap. 2.1), il faut ajouter les protections contre les pannes en courant continu. <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>FI type B, ou</td> </tr> <tr> <td>FI type A combiné à un système qui garantit la déconnexion en présence d'un courant de défaut DC &gt; 6 mA.</td> </tr> </table>	FI type B, ou	FI type A combiné à un système qui garantit la déconnexion en présence d'un courant de défaut DC > 6 mA.
FI type B, ou				
FI type A combiné à un système qui garantit la déconnexion en présence d'un courant de défaut DC > 6 mA.				
Le circuit d'alimentation doit avoir sa propre protection contre les surintensités	7.22.5.3.3	-		

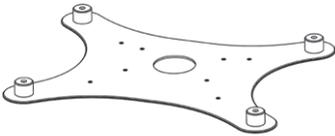
Tableau 13

Connexion de la borne au réseau d'alimentation	Borne en mesure de recharger	
	1 véhicule à la fois	Plus d'un véhicule à la fois
Fixe ou plaque arrière	FI interne ou sur la ligne d'alimentation	FI interne pour chaque connecteur
Avec prise	FI sur la ligne d'alimentation	FI sur la ligne d'alimentation et FI interne pour chaque connecteur

Tableau 14



**Fig. 52 :** Socle opi2020 et pré-aménagement d'un point de recharge pour lequel le socle a été fixé directement dans la dalle en béton armé. Les tubes facilitent l'installation des arceaux de protection et du panneau de signalisation. L'utilisation d'opi2020 implique que la borne de recharge ait une plaque de fixation avec entraxes entre les trous compatibles. Une borne qui ne présente pas ces caractéristiques peut être installée avec une plaque intermédiaire d'adaptation ou en dessinant un socle adapté à la borne choisie.



**Fig. 53 :** Exemple de plaque de fixation avec ancrages pour arceaux de protection, solution utile lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser un socle.

## 6.3 Installation des bornes de recharge

### 6.3.1 Borne Wall Box

Pour une utilisation facilitée, le point de raccordement de la borne devrait être planifié à une hauteur comprise entre 1 m et 1.6 m depuis le sol et équipé de deux boîtiers muraux; un pour le tube de la ligne électrique et un pour le tube de communication.

Il est recommandé de prévoir l'installation de prises, plaques arrière ou boîtiers de raccordement (v. § 6.1) en fonction des spécificités techniques de la borne Wall Box qu'on souhaite installer.

### 6.3.2 Borne Totem

L'emplacement conseillé pour l'installation figure dans les recommandations concernant l'aménagement des parkings pour les différentes catégories. Pour le niveau d'équipement C2 du cahier technique SIA 2060, prévoir l'installation, on créera un socle adapté, avec un pré-aménagement pour une structure de protection contre les chocs. Variante recommandée dans le cas où on ne prévoit pas l'installation de la borne de recharge à court terme. On recommande un socle de type opi2020<sup>16</sup> ou, dans tous les cas, un socle qui soit déjà prévu pour la fixation, en plus de la borne de recharge, des arceaux de protection et du panneau de signalisation (Fig. 52). S'il n'était pas possible de créer un socle et que le Totem devait être fixé directement au sol, (par exemple, lors de l'installation dans un garage, un parking à étages, etc.), l'utilisation d'une plaque intermédiaire, équipée d'ancrages pour les arceaux de protection et, éventuellement, pour le panneau de signalisation, à poser entre le sol et le Totem représente une solution qui peut vraiment simplifier l'installation (Fig. 53).

### 6.3.3 Borne Lampadaire

L'emplacement conseillé pour l'installation figure dans les recommandations concernant l'aménagement des parkings pour les différentes catégories.

## 7. Niveau d'équipement D : recommandations pour l'installation des bornes de recharge

Le but principal des recommandations présentées dans le chapitre suivant, est de fournir des conseils pour le choix et la gestion des bornes de recharge, de façon à ce que le bâtiment soit conforme au niveau D de la SIA 2060. Ce chapitre couvre également la thématique de l'installation des bornes de recharge dans des bâtiments existants.

La conformité au niveau d'équipement D, signifie choisir et installer les bornes de recharge. Pour cela, il faut:

- Définir le nombre de bornes de recharge à installer.
- Choisir la borne de recharge et définir l'emplacement de montage.
- Choisir le système de gestion de la charge.
- Choisir le système d'accès et, éventuellement, de paiement dans toutes les situations, dans lesquelles l'accès à la charge doit être contrôlé.
- Procéder à la démarcation des places dédiées à la recharge.
- Demander les permis appropriés, s'ils sont exigés.

### 7.1 Définition du nombre des bornes

Le nombre de places de parking équipées avec un point de recharge et, donc, le nombre de bornes à installer dans un nouveau bâtiment, varient dans le temps pour s'adapter à la demande croissante de recharge. Dans le cas où on veuille déjà équiper un bâtiment avec des points de recharge, leur quantité initiale dépend de plusieurs facteurs, par exemple, du fait de répondre à une exigence immédiate, car dès le départ, il y aura déjà un certain nombre de véhicules électriques à charger, de motifs de marketing et d'image, pour offrir un service supplémentaire aux clients/visiteurs, de la rentabilité de l'investissement, ce dernier critère est surtout valable pour la classe d'utilisation places de parking pour de brefs arrêts en transit, où la charge représente l'activité principale. Pour toutes ces raisons, cela est difficile de conseiller un nombre initial de points de recharge, en l'absence d'indications de la part du commanditaire/investisseur, on conseille donc d'installer, dans un bâtiment, le nombre de points de recharge (valeur cible) suggérés par la SIA 2060 (Tableau 15). On rappelle que le nombre de bornes de recharge peut être inférieur au nombre de places de parking à équiper d'un point de recharge, dès lors qu'on utilise des bornes en mesure de charger simultanément plus d'un véhicule (v. § 5.2).

Catégories d'utilisateurs (voitures et véhicules utilitaires)	N. places de parking avec point de recharge
Places de parking habitants (maison individuelle)	1
Places de parking habitants (logement multifamilial)	20%, min. 2
Places de parking flottes	Min. 2
Places de parking employés	20%, min. 2
Places de parking clients/visiteurs	Min. 2

Tableau 15 : Valeur cible des points de recharge à installer.

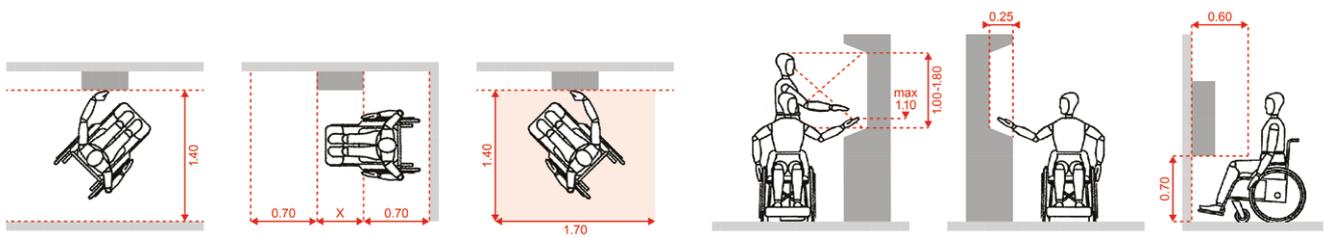


Fig. 54 : Accessibilité des points de recharge pour personnes handicapées.

## 7.2 Choix de la borne et de l'emplacement d'installation

Les bornes de recharge mode 3 et mode 4 doivent toutes être conformes à la même norme technique (la famille de normes IEC 61851), dans ce chapitre, on présentera donc des indications pour pouvoir s'orienter parmi les différentes options proposées par les fabricants, en plus de quelques conseils concernant l'emplacement.

- Partout là où cela est possible, choisir et installer des bornes de recharge de façon à ce que leur interface (c'est-à-dire prise/fiche, commandes, lecteur cartes) se trouvent à une hauteur maximale comprise entre 0,8 et 1,1 m en partant du sol et qu'il n'y ait aucun obstacle latéral pour atteindre l'interface à une distance d'au moins 0,7 m de l'interface elle-même (d'un côté ou des deux côtés, comme indiqué dans la SIA 500/SN 521 500, Fig. 54). En juin 2021, le Centre spécialisé suisse Architecture sans obstacles a publié la fiche technique 150<sup>17</sup>.
- L'Association des entreprises électriques suisses (AES) a proposé de rendre obligatoire le contrôle à distance des bornes de recharge nouvellement installées par le distributeur d'électricité à partir de 2022. Si le AES réussit à faire passer cette mesure, il faudra choisir des bornes de recharge qui disposent d'un relais d'entrée (ON/OFF) et qui sont capables de réagir à un signal de cette entrée. Le distributeur d'électricité installe son propre récepteur sur les bornes de recharge, qui sont reliées au récepteur par un câble à deux fils.

## 7.3 Gestion des recharges et de l'énergie

Dans les cas où il y aurait deux bornes ou plus au même endroit, comme exposé en détail dans § 4.1.1, il est recommandé d'installer, un système intelligent de gestion des recharges. Sur le marché, il y a beaucoup de systèmes de gestion, souvent proposés par les fabricants des bornes de recharge ou directement par les fournisseurs des services de recharge. Au § 11.1 on trouve des approfondissements à propos des typologies et des principes de fonctionnement des différents systèmes.

Le premier choix à faire est de savoir si la gestion de la charge doit être statique ou dynamique (chapitre 4.1.2), les principales caractéristiques sont comparées dans le Tableau 16.

Critères de comparaison	Type de gestion	
	statique	dynamique
Simplicité (= moindre coût)	+	-
Autoconsommation de l'énergie photovoltaïque produite sur le site	-	+
Meilleure exploitation de toute la puissance disponible	-	+
Réaction à des situations de charge imprévues	-	+

**Tableau 16**

Pour les autres caractéristiques, il existe également plusieurs options. Le Tableau 17 résume les plus recommandés :

Caractéristique	Option la plus recommandée	Alternative
Régulation de la charge	Au moyen d'une diminution de puissance et/ou la programmation des temps de début de la charge	Par le biais de la logique du thermostat (on/off)
Régulation du niveau de la puissance	6 A par phase (à savoir, environ 1.4 kW pour un système monophasé et 4.2 kW pour un système triphasé)	0 A (v. au-dessus)
Régulation automatique du déséquilibre des phases	OUI	NON
Protocole de communication pour la connexion à distance pour la gestion de la charge	OCCP	Propriétaire
Assistance en cas de connexion à distance	24/7	Aucune

**Tableau 17**

Si l'on opte pour une connexion à un système de gestion de la charge à distance, les recommandations sont les suivantes :

Caractéristique	Option la plus recommandée	Alternative
Protocole de communication	OCCP	Propriétaire
Assistance	24/7	Aucune ou horaires bureau
Mise à jour du logiciel	Automatique, à distance	Manuel

**Tableau 18**

## 7.4 Gestion de la charge en présence du photovoltaïque

Ces dernières années, les coûts d'investissement pour les installations photovoltaïques ont baissé de manière considérable. Mais, en même temps, on constate également une diminution de la rémunération pour l'énergie excédentaire qui est remise dans le réseau. Cela rend attractive d'un point de vue économique l'autoconsommation de l'énergie électrique solaire produite individuellement.

### Optimisation de l'autoconsommation grâce à des commandes intelligentes

Pour pouvoir exploiter au maximum la consommation d'énergie solaire produite, on recommande l'utilisation d'un système de gestion de l'énergie. De cette manière, la production d'énergie électrique et les grands consommateurs d'énergie, tels que les bornes de recharge pour véhicules électriques, les pompes à chaleur, les chaudières, les machines à laver, ou autres équipements industriels énergivores sont connectés entre eux et contrôlés en fonction des besoins énergétiques et de la production d'énergie. Par conséquent, la surproduction d'énergie n'est pas réinjectée dans le réseau mais exploitée par les grands consommateurs connectés au réseau électrique. La priorité est établie en accord avec l'utilisateur. Dans le cas d'immeubles avec plusieurs propriétaires, l'utilisation de l'énergie électrique solaire autoproduite n'est pas aussi simple que pour une maison individuelle. Si plusieurs personnes dans le bâtiment veulent profiter de l'énergie électrique solaire, par exemple parce qu'elles ont toutes investi dans l'installation photovoltaïque, il faudra alors constituer entre les parties un Regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP). La centrale électrique considère le RCP comme un seul consommateur, tandis que à l'intérieur du bâtiment, les consommations d'énergie électrique sont mesurées et factu-

rées individuellement. Par l'électrification de la production de chaleur et de mobilité, la consommation d'énergie électrique est déplacée de manière importante vers les bâtiments. Les installations photovoltaïques sur les toits ou sur les façades amènent l'électricité produite directement sur le lieu où elle est consommée. Les réseaux électriques sont sollicités d'une tout autre façon par rapport à il y a quelques années. Le but devrait donc être celui de consommer localement et immédiatement l'électricité produite, afin d'éviter la surcharge des réseaux électriques. Qu'il s'agisse d'un meilleur contrôle visant à optimiser sa propre consommation ou d'une solution énergétique pour la réalisation du RCP, il est important de trouver le fournisseur adéquat qui puisse offrir un système intelligent et extensible à modules<sup>18</sup>. Plusieurs systèmes sont disponibles sur le marché, par exemple chez Neovac, Invisia, Solarville, SEL<sup>19</sup>. Un système typique, tel que celui proposé par SEL ou Invisia est à même de mesurer l'énergie électrique solaire, de contrôler la consommation personnelle ainsi que les pics de puissance et de facturer la consommation. Le but de ces systèmes est d'augmenter la rentabilité d'un investissement dans le photovoltaïque, en particulier en optimisant la consommation personnelle et en réduisant les pics de puissance. Les installations pourvues du système SEL par exemple ont atteint un rendement entre 2 e 8% et entraîné une baisse jusqu'à 25% des coûts de l'électricité pour les locataires. L'élément fondamental de ces solutions est le logiciel spécialement développé, qui fonctionne sur un serveur. Ce serveur est installé dans la distribution principale du bâtiment, il est connecté à Internet et relié au compteur d'énergie ainsi qu'aux consommateurs d'énergie contrôlables. Une fois la programmation réussie, l'optimisation s'effectue de manière automatique et est contrôlée périodiquement.

<sup>18</sup> [www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/approvisionnement-en-electricite/electricite-issue-de-sources-d-energie-renouvelables/conditions-de-raccordement-pour-les-producteurs-electricite-issue-energies-renouvelables.html](http://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/approvisionnement-en-electricite/electricite-issue-de-sources-d-energie-renouvelables/conditions-de-raccordement-pour-les-producteurs-electricite-issue-energies-renouvelables.html)

<sup>19</sup> neovac, [www.neovac.ch/fr/facturation-optimiser/optimisation-de-la-consommation-propre.html](http://www.neovac.ch/fr/facturation-optimiser/optimisation-de-la-consommation-propre.html); Invisia, [www.invisia.ch/en/](http://www.invisia.ch/en/); solarville [www.solarville.ch/dienstleistungen/eigenverbrauchsgemeinschaft-zev/](http://www.solarville.ch/dienstleistungen/eigenverbrauchsgemeinschaft-zev/); Smart Energy Link, SEL, [www.smartenergylink.ch/fr/](http://www.smartenergylink.ch/fr/)



**Fig. 55** : Accès à la recharge avec carte RFID – Alfen EVE Single Pro-Line (source : Alfen).

## 7.5 Gestion de l'accès et du paiement

Dans certains cas (par exemple, dans un immeuble, dans les garages pour flottes ou dans les parkings publics ou privés), il faut prendre en considération la possibilité d'installer un système d'accès et de paiement, dans le but de permettre l'accès aux bornes de recharge uniquement aux personnes autorisées et, ensuite, d'effectuer, si nécessaire, la facturation correspondante pour la recharge (Fig. 55).

Les systèmes d'accès et de paiement possibles sont résumés dans le Tableau 19, tandis qu'au §11.2, on peut trouver des approfondissements sur les différents systèmes. Dans les paragraphes suivants, on fournit des recommandations supplémentaires pour le choix des systèmes de paiement dans le cas de logements multifamiliaux/immeubles et de parkings accessibles au public.

	Systèmes d'accès			Systèmes de paiement								
	Libre	Carte RFID privée	Carta RFID publique	Gratuit	SMS	Carte RFID privée	Carta RFID publique	Application	Carte de crédit	Espèces	Lecture du compteur	Autres systèmes
Maisons individuelles	●			● *								
Logements multifamiliaux et immeubles	●	●				●					●	
Parkings pour flottes	●	●		● *		●						
Parkings pour collaborateurs	●	●		●		●						
Parkings publics et parkings à étages	●		●	●	●		●	●	●	●		●
Parkings pour clients	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
Aires d'autoroute			●		●		●	●	●	●		●

**Tableau 19** : Combinaisons possibles entre systèmes d'accès et paiement et contextes spécifiques.

\* La facturation n'a pas lieu en même temps que la recharge, mais elle est effectuée par la suite (par exemple, avec la facturation de l'électricité).

### 7.5.1 Gestion des paiements pour les logements multifamiliaux/immeubles

La gestion des paiements peut être confiée :

- A l'administration de l'immeuble.
- Au fournisseur de services de mobilité électrique (E-Mobility Provider EMP).

Selon la personne chargée de la gestion des paiements, il existe différentes options pour le relevé de l'énergie. Il n'existe pas de solution optimale pour toutes les situations : le Tableau 20 compare les différentes options.

Gestion des paiements	Options pour la lecture de l'énergie	Coût du système de paiement	Implication de l'administration	Possibilité d'avoir un seul système (gestion énergie + paiement)	Gestion des tarifs d'électricité multi-horaires
Administration	Manuel	Bas	Elevé	NON	NON
	Automatique	Elevé	Modéré	NON	Possible
EMP	Automatique	Plus élevé	Nul	OUI	Possible

Tableau 20

Les différentes options ont également des implications techniques, comme le montre le Tableau 21.

Options pour la lecture de l'énergie		Lecture de l'énergie faite par	Position du compteur	Liaison internet/ GSM des bornes de recharge	Visualisation de l'énergie sur la borne
Manuell	Depuis l'extérieur	Administrateur	Tableau électrique	NON	Nécessaire
	Depuis l'écran de la borne	Administrateur	Borne de recharge	NON	Nécessaire
	Depuis app	Utilisateur du véhicule	Borne de recharge	NON	Non nécessaire
Automatique	À distance	Administrateur ou EMP	Borne de recharge	OUI	Non nécessaire

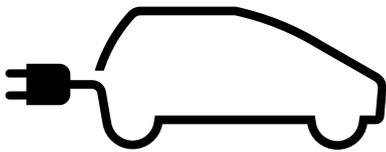
Tableau 21

Quelle que soit la position du compteur ceux-ci doivent être au moins certifiés MID (Measuring Instruments Directive), afin d'avoir des garanties concernant la précision des mesures.

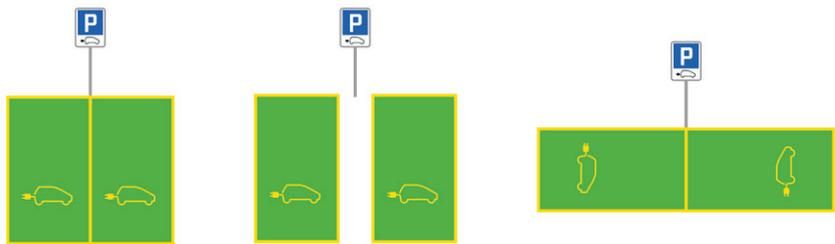
Il est à noter que le prix d'une borne de recharge avec compteur intégré est plus élevé, mais elle est avantageuse, car la comptabilisation des consommations et la gestion des recharges partagent la même ligne

de communication et la même centrale/serveur à distance. C'est le motif pour lequel elle est particulièrement indiquée si on adopte une gestion des paiements par l'administration avec lecture à distance ou par un fournisseur de services.

Une borne de recharge sans compteur est certes moins onéreuse, mais il faut prendre en compte les coûts additionnels du compteur externe. L'avantage de



**Fig. 56 :** Symbole "borne de recharge"  
(source : OSR, Annexe 5.4.1).



**Fig. 57 :** Signalisation en cas de stationnement autorisé (source : OFROU).

cette solution est que la facturation de l'énergie peut être séparée de la gestion des recharges. S'il s'avère qu'elle est économiquement plus intéressante, elle peut donc convenir dans des contextes dans lesquels, malgré la présence de plusieurs voitures électriques, il n'y a pas d'exigences de gestion de recharges.

### 7.5.2 Gestion des paiements sur le domaine public

Un système d'accès et de paiement devrait permettre la charge sans discriminations et permettre à l'utilisateur de charger sans obstacles ou coûts supplémentaires. Pour cette raison, un tel système devrait :

- Intégrer des compteurs qui soient au moins certifiés MID ou qui garantissent une précision équivalente.
- Proposer le roaming au niveau suisse et international avec les principaux réseaux européens pour donner la possibilité de recharger aussi sur d'autres réseaux et permettre à l'utilisateur occasionnel, un touriste p.ex., d'effectuer une recharge sans discrimination.
- Solliciter le coût du roaming le plus bas, étant donné que l'opérateur d'une borne de recharge a intérêt à ce que le plus grand nombre d'utilisateurs puissent charger sur sa borne sans difficultés et coûts supplémentaires.
- Donner la possibilité d'effectuer la recharge à travers le plus grand nombre de systèmes possibles (carte RFID, application, carte de crédit au moins via QR-Code).
- Donner la possibilité de définir librement ses propres tarifs. Cela afin de pouvoir réagir avec flexibilité au marché (par exemple, lorsqu'un concurrent installe une borne de recharge proche de la sienne ou quand l'emplacement est particulièrement attractif et qu'on souhaite augmenter et respectivement diminuer ses propres tarifs) et de pouvoir accomplir au mieux ses objectifs (par exemple, en définissant également une tarification en fonction de la durée, pour favoriser une plus grande rotation des utilisateurs).

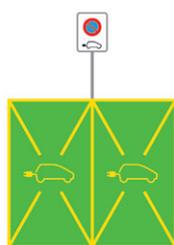
### 7.6 Marquage et signalisation de places de recharge

Le 20 mai 2020, le Conseil fédéral a approuvé les modifications du Code de la route, en vigueur depuis le 1er janvier 2021, qui comprennent également les mesures pour un marquage spécial des zones de stationnement avec bornes de recharge pour les véhicules électriques. Pour les véhicules en stationnement lit-on : "le symbole « Station de recharge » (Fig. 56) est désormais créé. Il permettra de désigner les aires de stationnement équipées d'une station de recharge pour les véhicules électriques. Les cases de stationnement disposant d'un tel équipement pourront dorénavant être peintes en vert, ce qui répond à une demande du Parlement (motion 17.4040 du Groupe vert/libéral « Zones vertes pour les véhicules électriques »). Ce marquage permettra de trouver des stations de recharge plus facilement"<sup>20</sup>.

La base juridique pour la signalisation et le marquage des places de stationnement avec station de recharge sera définie dans les articles 65, 79 e 79d de l'Ordonnance sur la Signalisation Routière (OSR), dans laquelle les places avec point de recharge pourront être signalée soit comme surfaces de stationnement réservées uniquement aux véhicules électriques en cours de charge, soit comme surfaces avec interdiction de stationnement, à l'exception des véhicules en cours de charge. La durée du stationnement sera limitée au temps nécessaire à la recharge.

Dans le privé également, surtout lorsque les places de parking ne sont pas attribuées exclusivement à un utilisateur (par exemple, parkings clients/, employés, etc.), on recommande d'utiliser les mêmes couleurs et symboles (Fig. 57 et Fig. 58) et la même signalisation verticale, afin d'avoir une homogénéité avec les places de parking le long des routes. Dans la Fig. 57, on montre le cas d'une place de parking exclusive, tandis que dans la Fig. 58, on montre le cas d'une in-

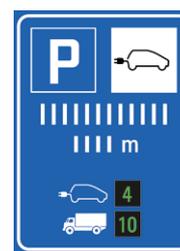
<sup>20</sup> Communiqué de presse de l'Office fédéral des routes OFROU, Nouvelles règles de la circulation routière et prescriptions en matière de signalisation. <https://www.astra.admin.ch/astra/fr/home/documentation/communiqués-de-presse/anzeige-meldungen.msg-id-79193.html>



**Fig. 58 :** Signalisation en cas d'interdiction de stationnement (excl. voitures électriques pendant la recharge) (source : OFROU).



**Fig. 59 :** Panneau indiquant la présence de bornes de recharge dans une zone de service et pictogrammes internationaux pour indiquer la présence de bornes de recharge.



**Fig. 60 :** Tableau indiquant le nombre de places de recharge (source : OFROU).

terdiction de stationnement, sauf pour les véhicules en cours de charge. Dans les deux cas, en plus du panneau de stationnement ou d'interdiction, il y aura un panneau complémentaire, qui indique clairement que le stationnement n'est autorisé qu'aux véhicules en cours de charge, avec le symbole de la Fig. 58.

Dans les éditions précédentes du Guide, on conseillait, pour les surfaces privées, de peindre en bleu les places associées aux bornes de recharge avec puissance < 50 kW, néanmoins, vu ce qui est prévu par le nouveau Code de la route, il n'y a plus lieu de différencier la couleur de la place.

Pour signaler la présence d'une borne de recharge sur le long des autoroutes et des routes nationales on a recours aux symboles internationaux, utilisés pour identifier les carburants alternatifs et au symbole "station-service" (noire) avec une pompe à essence de couleur bleu. Les deux distributeurs de carburant sont inscrits avec l'abréviation appropriés (CNG, GPL, EV, etc.) pour indiquer le carburant alternatif disponible dans l'endroit en question (Fig. 59).

En outre, sur les aires de repos avec le symbole "station de recharge", le nombre de bornes de recharge doit être indiqué sur les panneaux de signalisation (Fig. 60).

## 7.7 Permis pour l'installation des bornes de recharge

L'installation de bornes de recharge doit respecter les dispositions du gestionnaire de réseau de distribution (GRD), basées sur les Prescriptions des distributeurs d'électricité (PDIE-CH), qui disent, au point 12 : "Concernant le devoir d'annonce, le raccordement et l'exploitation, les stations de charge pour véhicules électriques sont soumises aux mêmes conditions que les récepteurs d'énergie (chapitre 8) et les accumulateurs d'énergie (chapitre 11), ainsi que NIBT (chapitre 7.22)", une demande technique de raccordement doit donc être envoyée au GRD.

En outre, lorsque plusieurs stations de recharge sont alimentées par le même point de raccordement au réseau, il faut disposer d'un système de gestion de charge, (§ 4.1, § 7.3 et approfondissements au § 11.1), selon les dispositions du GRD.

Dans les logements multifamiliaux, si l'installation exige de passer par la propriété commune et/ou le raccordement au compteur commun, il faut demander l'autorisation à l'assemblée des copropriétaires. (§ 8).

Le locataire d'une place de parking voiture, devra contacter le propriétaire, afin de trouver une solution avec lui. Il n'existe aucun droit au raccordement d'une borne de recharge et on déconseille vivement l'utilisation non autorisée d'une prise de courant faisant partie de l'alimentation générale du parking souterrain.

## 8. Recommandations supplémentaires pour la réalisation de points de recharge dans des contextes existants

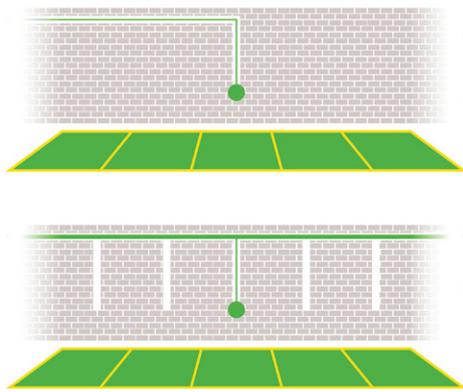
Les recommandations émises dans les chapitres précédents, peuvent être appliquées également pour des installations de bornes de recharge dans des bâtiments existants. Ce chapitre explique comment les appliquer dans cette situation.

Le nombre de véhicules rechargeables est en pleine augmentation (Fig. 1). Pour 2030, les prévisions les plus fiables (comme montrent par exemple les scénarios élaborés par Swiss eMobility et Protoscar<sup>21</sup>) donnent une quantité de voitures rechargeables comprise entre 45% et 60%, avec la perspective d'atteindre une électrification complète du parc automobile à l'horizon 2050.

Ce qui signifie que dans un logement multifamilial, même si au départ il n'y a qu'un seul propriétaire/locataire qui utilise une voiture rechargeable, le nombre d'utilisateurs va rapidement augmenter. Cela vaut également pour toutes les autres catégories d'utilisateurs. Généralement, pour tous les contextes dans lesquels aucune rénovation radicale des places de parking n'est prévue dans les prochains 10/20 ans, on recommande, même si la demande d'installation d'une borne de recharge ne provient que de la part d'un seul propriétaire/locataire, de raisonner dans une optique à moyen-long terme, c'est-à-dire de :

- Prendre en considération la possibilité que les interventions nécessaires soient déjà conçues de façon à permettre une future installation d'autres points de recharge (Fig. 61). L'alimentation en électricité des bornes par raccordement à des barres omnibus ou à des câbles plats (limités à un courant maximum par phase de 63 A) est particulièrement indiquée grâce à sa flexibilité et sa modularité.
- Lorsque la distance entre le point de recharge prévu et la distribution principale est importante, ou, dans tous les cas, en l'absence de place dans le tableau principal, on conseille l'installation d'un tableau électrique secondaire sur les places de parking consacrées aux véhicules électriques, avec l'espace nécessaire pour un compteur et pour les protections de ligne. En même temps que les tubes et/ou conduits à consacrer à la communication, en prévoir également un qui relie le tableau électrique secondaire à la distribution principale.
- Dans le cas où un tableau électrique secondaire était nécessaire, en prévoir déjà un avec l'espace nécessaire pour tous les compteurs (si nécessaire, par ex. dans un logement multifamilial avec points de recharges alimentés par le compteur commun) et les protections de ligne, afin d'équiper chaque place de parking voitures d'un point de recharge. Les tubes et/ou conduits doivent déjà être dimensionnés en

<sup>21</sup> [https://www.swiss-emobility.ch/de-wAssets/docs/SwisseMobility\\_Szenario\\_2035\\_quer\\_interaktiv\\_FR\\_e7-1.pdf](https://www.swiss-emobility.ch/de-wAssets/docs/SwisseMobility_Szenario_2035_quer_interaktiv_FR_e7-1.pdf)



**Fig. 61** : Au lieu d'équiper une seule place de parking (en haut) on pré-aménage un tube/conduit capable d'alimenter toutes les places de parking (en bas).

tenant compte de la possibilité d'un raccordement simultané de tous les points de recharge.

- Dimensionner tubes et/ou conduits pour la distribution depuis le tableau électrique principal/secondaire aux dérivations de chaque point de recharge, depuis le tableau électrique principal aux tableaux électriques secondaires, depuis le tableau électrique principal au point de livraison en prenant en considération la quantité de points de recharge à installer dans le futur.
- Tubes et/ou conduits pour les lignes électriques qui relient la distribution principale de l'immeuble/tableau électrique secondaire à chaque point de recharge, doivent être dimensionnés pour un câble 3L+N+PE (3x16 A) même si au début on utilisera un câble L+N+PE (1x16 A) : de cette manière, une éventuelle augmentation de la puissance de recharge impliquera uniquement la substitution du câble et des protections, et non la réfection de toute la ligne.
- Poser, en même temps que les tubes et/ou les conduits qui traversent les zones communes, également ceux destinés à la communication entre la distribution de l'appartement et le point de recharge.
- Choisir dès le départ des solutions adaptées à la gestion des recharges (§ 7.3).

Pour la réalisation du point de recharge s'applique ce qui a été expliqué au chapitre 6. Pour la configuration et la démarcation des places de recharge, voir ce qui est expliqué aux chapitres 5.3 et 7.6, au chap. 7.2 pour le choix de la borne et au chap. 7.7 pour ce qui concerne les autorisations.

Les logements multifamiliaux présentent des particularités qui seront étudiées au paragraphe suivant.

### Logements multifamiliaux et immeubles

Pour l'installation d'une ou de plusieurs bornes de recharge dans un logement multifamilial, il faut généralement intervenir dans les parties communes. L'autorisation de l'assemblée des propriétaires est donc nécessaire, étant donné que les règlements de copropriété excluent en général la possibilité d'utiliser/occuper les parties communes. Il s'agit de l'aspect le plus critique, car, si aucune modification n'intervient dans la législation courante, dans le cas d'une opposition de l'assemblée des propriétaires, il ne sera pas possible de créer des points de recharge.

Afin d'obtenir un accord, on recommande au propriétaire qui désire installer un point de recharge (pour lui-même ou pour son locataire) de :

- Fournir aux copropriétaires et à l'administration de l'immeuble les informations les plus détaillées et complètes possibles sur le type d'intervention qu'il désire effectuer. Si l'énergie devait être prélevée du compteur commun, présenter, dès le départ, une proposition pour le paiement de l'énergie utilisée.
- Essayer de convaincre les autres propriétaires de participer au moins au pré-aménagement (tableau électrique, conduits/tubes dans les parties communes) pour l'installation future d'autres bornes de recharge dans le but de partager les coûts (Fig. 61). Les arguments qu'on peut avancer sont les suivants :

- Tout le monde, tôt ou tard, sera concerné par l'électrification des voitures<sup>22</sup>; on peut avancer de nombreux exemples pour appuyer cette thèse, par exemple, l'évolution du marché en Suisse (Fig. 1), les amendes que les producteurs de voitures doivent payer s'il ne respectent pas la limitation des émissions, les initiatives de nombreux gouvernements pour interdire la vente de voitures avec moteur à combustion, les programmes des constructeurs automobiles, d'éventuels autres bénéfices liés à la mobilité électrique décidés ou programmés par les autorités locales.

- Si les travaux sont effectués pour tout le monde en même temps, on peut faire d’importantes économies (demander, si possible, des chiffres à l’installateur/électricien).
- La propriété prend de la valeur, précisément parce qu’on se prépare déjà à celle qui deviendra la norme pour les nouvelles constructions, exactement comme ce qui se passe aujourd’hui avec le standard Minergie.
- Il n’y a pas d’inconnues d’un point de vue technique : il existe déjà sur le marché des solutions pour le paiement et pour le contrôle des recharges.
- Faire remarquer à l’administration de l’immeuble que :
  - Il existe des systèmes (§ 7.4) pour minimiser l’engagement demandé pour le prélèvement des frais de consommation.
  - Au vu de l’inévitabilité de l’électrification des voitures, (voir point précédent), c’est dans l’intérêt de tous les propriétaires de collaborer pour trouver les meilleures solutions, puisque cet argument les concernera de plus en plus aussi<sup>23</sup>.
- Généralement, d’un point de vue de l’installation électrique/facturation de l’énergie, on a deux cas de figure :
  - Il est possible d’alimenter les bornes de recharge en se reliant directement au compteur d’énergie de chaque propriétaire/locataire.
  - Les bornes de recharge doivent être alimentées par le compteur commun.

Dans les deux cas on recommande de dimensionner les tubes et/ou les conduits qui traversent les zones communes et qui pourraient potentiellement être utilisés aussi par d’autres propriétaires/locataires, de façon à ce qu’ils puissent accueillir les câbles nécessaires (alimentation et communication) pour équiper toutes les places de parking d’un point de recharge (Fig. 61). Il ne faut naturellement pas prévoir de compteur dans le premier cas, étant donné que l’énergie

consommée par le point de recharge est directement comptabilisée par le compteur principal de l’habitation, par contre, si le propriétaire/locataire souhaite connaître la consommation de son véhicule, il suffira d’installer une borne de recharge équipée d’un compteur d’énergie. L’éventuelle gestion de la recharge dépend également de chaque appartement, le schéma électrique est donc comme celui présenté dans l’Annexe 3 (Schémas C, D et I). Dans le cas d’une alimentation par compteur commun, on recommande, étant donné que les propriétaires peuvent changer, d’étudier l’utilisation de bornes de recharge reliées à l’installation électrique de façon non permanente, mais plutôt au moyen d’un système fiche/prise (§ 6.1). Le propriétaire/locataire pourra ainsi déplacer la borne de recharge dans un nouveau logement.

Dans ce cas, il est nécessaire prendre en compte la possibilité d’installer un système pour la facturation de la consommation d’électricité (§ 7.5). Dans les Annexes 3 (Schémas E-H), 4 et 5, on présente des exemples d’installation lorsque le compteur se trouve dans le tableau principal/secondaire ou sur la borne de recharge.

<sup>23</sup> À ce propos, voir également le document “Vous souhaitez installer une infrastructure de recharge de votre voiture électrique dans un logement locatif pour une propriété par étage?” édité par Swiss eMobility (v. pp. 88-89).

## 9. Exemples d'application

Quelques exemples d'application des recommandations exposées dans les chapitres 6 et 7 sont présentés ci-dessous.

Plus précisément, on a présenté des exemples d'application pour 4 catégories d'utilisateurs : places de parking "habitant de maison individuelle", "habitant de logement multifamilial", "clients ou visiteurs" et "e-bike". Les indications pour les catégories places de parking "habitant de logement multifamilial" et "clients/visiteurs" peuvent se référer aussi à la catégorie "employées et flottes", tandis que le schéma d'installation des bornes de recharge en mode 4 du § 9.3 peut être appliqué à la catégorie "stationnement court durant le trajet" pour les conducteurs qui veulent seulement recharger leur voiture pour poursuivre ensuite avec le voyage. À noter qu'on peut se référer au § 9.3 aussi pour l'aménagement des places de parking publiques.

L'objectif des exemples et des données présentés est celui de montrer une des applications possibles des lignes directrices dans les différentes catégories. Ils montrent aussi comment dans la situation actuelle (Fig. 62 et Fig. 63) il est possible de se préparer pour satisfaire les exigences de recharge à court (Fig. 64 et Fig. 65) et long (Fig. 66 et Fig. 67) terme. Ils n'ont pas été créés pour être appliqués directement à des cas spécifiques.

### 9.1 Places de parking habitants de maison individuelle équipée d'un système photovoltaïque d'accumulation

#### Description

Exemple d'intégration de l'infrastructure de recharge pour une voiture électrique dans une maison individuelle équipée d'une installation photovoltaïque d'accumulation. Dans le pré-aménagement de l'installation photovoltaïque, il faut porter une attention particulière au raccordement entre le toit/endroit prévu pour l'installation des panneaux photovoltaïques et le local pour onduleur/batterie : il doit être dimensionné en fonction de la taille de l'installation photovoltaïque à installer.

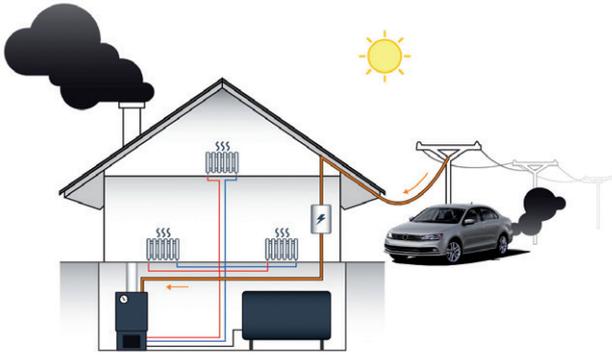
Exemple : Annexes 2 (A, B).

### 9.2 Places de parking habitants de logement multifamilial/immeuble équipé d'un système photovoltaïque d'accumulation

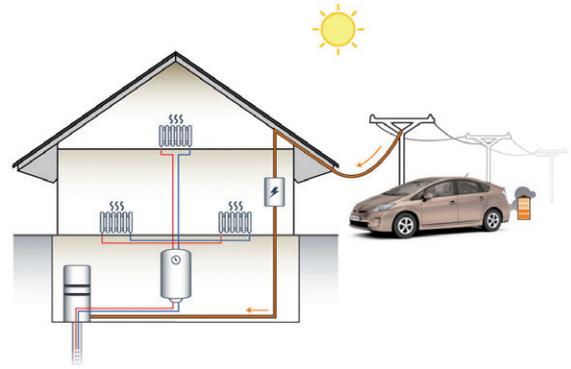
#### Description

Exemple d'intégration de l'infrastructure de recharge pour une voiture électrique dans un immeuble équipé d'une installation photovoltaïque d'accumulation. Dans ce cas, on fait correspondre un point de recharge à chaque locataire et l'énergie consommée est comptabilisée, avec les autres consommations, par le compteur principal de l'appartement. Dans le pré-aménagement de l'installation photovoltaïque, il faut porter une attention particulière au raccordement entre le toit/endroit prévu pour l'installation des panneaux photovoltaïques et le local pour onduleur/batterie : il doit être dimensionné en fonction de la taille de l'installation photovoltaïque à installer. Étant donné que dans un immeuble, le propriétaire de l'installation ne correspond pas aux utilisateurs, on recommande d'équiper le système d'un compteur pour le comptage de l'électricité produite par les panneaux photovoltaïques.

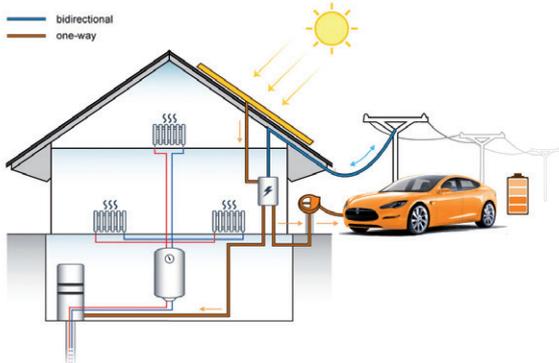
Exemple : Annexes 3 (C, D, E, F, G, H, I).



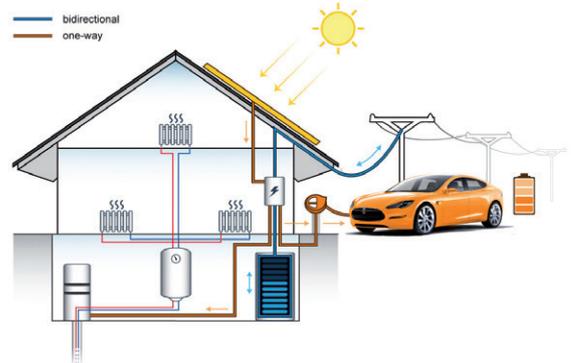
**Fig. 62 :** Hier Maison et voiture étaient totalement séparées, les deux brûlaient du pétrole (sous différentes formes).



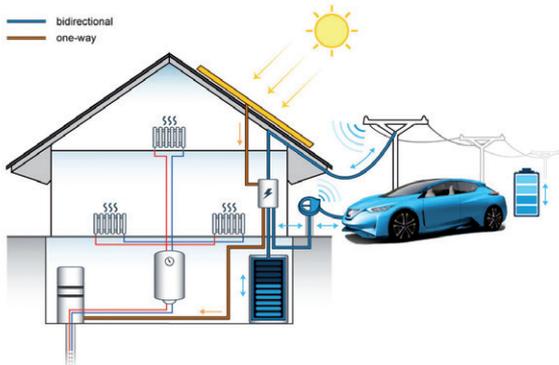
**Fig. 63 :** Aujourd'hui Maison et voiture hybride restent deux mondes séparés ...



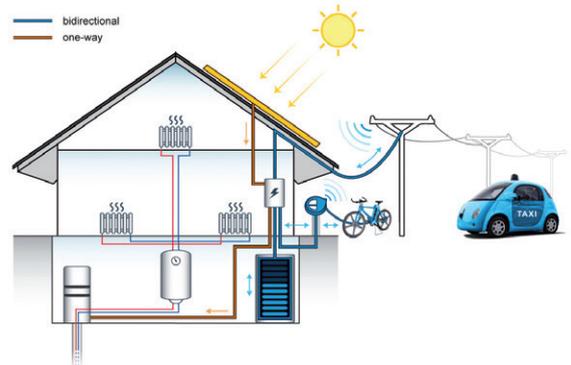
**Fig. 64 :** ...cependant, avec des voitures plug-in, la maison devient une station d'approvisionnement.



**Fig. 65 :** Demain Les accumulateurs tampons optimisent le système, tant d'un point de vue énergétique qu'économique.



**Fig. 66 :** ...également avec des voitures plug-in qui chargent en mode bidirectionnel.



**Fig. 67 :** Dans 2-4 décennies Vraisemblablement, nos propres voitures seront plus des "accumulateurs d'énergie" que des moyens de transport. Statistiquement, une voiture est stationnée pendant plus de 23 heures par jour, ce qui en fait quelque chose d'"immobile" plutôt que de mobile.

### 9.3 Places de parking clients/visiteurs

#### Description

L'exemple englobe des points de recharge pour voitures en mode 3 accéléré et mode 4 ultra-rapide, ainsi qu'une borne pour 2 quadricycles et motos. On a également présenté le cas de l'installation d'un tableau électrique secondaire qui dessert d'autres bornes pour la recharge éloignées.

Exemple : Annexe 4 (L).

### 9.4 Places de parking e-bikes

#### Description

Exemple d'installation d'une borne publique avec 4 compartiments pour la recharge de e-bikes.

Exemple : Annexe 5 (M).

# 10. Études de cas

Grâce à nos partenaires, dans ce chapitre, nous présentons quelques exemples d'applications pratiques de ce qui a été exposé dans les chapitres 6 et 7. Les exemples montrent autant la façon dont le pré-aménagement pour la future installation de l'infrastructure de recharge a été effectué, que la façon dont l'installation électrique, l'installation des bornes et le choix des systèmes de gestion de l'accès et du paiement ont été réalisés. Par référence au cahier technique SIA 2060, les exemples couvrent les niveaux d'équipement A, C1, C2 et D. Des exemples concrets du concept innovant de charge bidirectionnelle, d'infrastructure de recharge pour le e-bus sont présentés.

## 10.1 Logement multifamiliaux et immeubles

### 10.1.1 Areal Suurstoffi – Rotkreuz ZG 2021

#### Description du site

Le lotissement Suurstoffi se trouve à Rotkreuz ZG. Une fois achevé, le Suurstoffi pourra accueillir environ 1500 résidents, quelque 2000 étudiants et plus de 2500 emplois.

#### Solution de recharge et équipement technique

Energie 360° a développé un concept de solution intégrée pour un réseau extensible de bornes de recharge publiques et privées. Un raccordement électrique permettant la recharge sur les places de stationnement a été réalisé dans la zone et des bornes de recharge sont à disposition des résidents, des étudiants et des entreprises.

#### Solution technique

##### Raccordement électrique

Le projet se compose de plusieurs bâtiments, dans lesquels des rails conducteurs ont été installés.

Ces rails conducteurs ont une puissance maximale de 160 A chacun. Toutes les stations de recharge individuelles disposent d'un fusible de 32 ampères.

##### Infrastructure de recharge

Bornes de recharge intelligentes de 22 kW, conformément au cahier technique SIA 2060, niveau d'équipement D.

##### Gestion des recharges

Une gestion dynamique complexe de la charge permet une utilisation efficace de la puissance sur l'ensemble de la zone et sur plusieurs distributions. En outre, il est possible d'étrangler le système, par exemple par un signal de l'opérateur du réseau.

##### Système d'accès et de paiement

Le service de recharge easycharge permet d'activer en toute simplicité les stations de recharge depuis chez soi et de consulter les coûts des recharges sur le portail personnel du client.



Areal Suurstoffi et bornes de recharge (source: Energie 360°)



(source: EKZ)

### 10.1.2 Complexe résidentiel “Quattro Sorelle” – Bülach 2020

#### Description du site

4 bâtiments (appartements en location) avec, au total, 57 places de parc dans le garage souterrain et places visiteurs à l'extérieur.

#### Solution de recharge et équipement technique

Garage souterrain :

- Préparation de l'infrastructure de recharge avec un câble plat pour 10 parkings.
- Les stations de recharge seront proposées aux locataires sous forme d'abonnement et seront installées en fonction de la demande.

Zone extérieure :

- Borne de recharge AC avec 2 points de recharge pour les visiteurs.

#### Solution technique

##### Raccordement électrique

Garage souterrain :

- Câble plat avec protection 63 A selon SIA 2060 niveau C1.

Zone extérieure :

- Les bornes de recharge dans la zone extérieure sont branchées directement d'après le niveau d'équipement D SIA 2060.

##### Infrastructure de recharge

Garage souterrain :

- Alfen Eve Single Pro-line 11 kW.

Zone extérieure :

- Alfen Eve Double Pro-line 2x11 kW ou 1x22 kW.

#### Gestion des recharges

Une gestion de recharge statique-dynamique est installée au plan local. Elle reste donc entièrement opérationnelle même en cas de panne de la connexion Internet. En cas de demande croissante, la gestion de recharge peut être mise à niveau facilement et à coût avantageux pour une gestion de recharge dynamique-dynamique qui tient compte aussi de la charge du bâtiment. Elle dispose d'une interface pour le délestage pour le gestionnaire du réseau de distribution. Le signal de blocage du gestionnaire du réseau de distribution peut être reçu de manière centralisée. Plusieurs zones de câble plat peuvent être pilotées de manière centralisée.

#### Système d'accès et de paiement

Garage souterrain :

- Le décompte se fait de manière adaptée aux consommateurs. L'identification est effectuée avec la puce d'accès EKZ (RFID), afin que seule la personne autorisée puisse accéder à la station de recharge.
- La facturation se fait tous les trimestres pour le compte d'EKZ par la société Enpuls aux usagers de la station de recharge avec une taxe de base et une taxe de recharge. Les taxes de recharge correspondent aux tarifs électriques locaux du gestionnaire du réseau de distribution selon le haut et bas tarif.

Zone extérieure :

- S'ils le souhaitent les visiteurs peuvent payer leurs opérations de recharge avec une carte de crédit ou une carte de recharge du fournisseur de courant connecté à la plateforme e-roaming intercharge (Hubeject).



Parkings Stolzstrasse 30, Zurich (source: ewz)

## 10.2 Parkings publics

### 10.2.1 Places de parking Stolzstrasse 30 – Zurich 2021

#### Description du site

Au 30 Stolzstrasse à Zurich, 14 des 23 places de stationnement extérieures sont équipées de bornes de recharge. Dix d'entre elles sont destinées aux locataires et deux aux fournisseurs de Carsharing Mobility et Helvetic Mobility. L'option d'extension pour les neuf places de stationnement restantes et l'option de recharge pour les vélos en libre-service eCargo sont déjà aménagées.

#### Solution technique

##### Raccordement électrique

L'infrastructure de recharge est protégée par un fusible de 63 A via un distributeur séparé. La gestion dynamique de la charge permet une utilisation optimale du raccordement électrique domestique. Les bornes de recharge elles-mêmes communiquent via un point d'accès et un réseau local sans fil. Les activations se font par identification RFID. 14 des 23 places de recharge ont été aménagées conformément au niveau d'équipement D du cahier technique SIA 2060. Les neuf bornes restantes sont déjà équipées pour une éventuelle électrification ultérieure. Pour les vélos électriques carvelo2go, une ligne d'alimentation séparée de 13 A/230 V et un raccordement au compteur général sont posés à l'emplacement prévu.

##### Infrastructure de recharge

easee Charge (22 kW) pour les véhicules électriques et prises pour carvelo2go.

#### Gestion de la charge

Pour que la puissance limitée du raccordement domestique soit utilisée, l'infrastructure est créée avec une gestion dynamique de la charge évolutive sans réglage de niveau supérieur. Elle dispose d'une interface de délestage pour le gestionnaire de réseaux. Le signal de blocage du gestionnaire de réseaux peut être enregistré de manière centralisée.

#### Système d'accès et de paiement

Les bornes de recharge sont utilisées par différents groupes d'utilisateurs. L'activation des locataires est effectuée après leur enregistrement auprès d'ewz mobil via une carte RFID ou une application, et la facturation s'effectue directement via le profil du client. Les stations de recharge des entreprises font l'objet d'une facturation en dehors de l'application.



Centre commercial Volkiland, Zurich (source: Energie 360°)

## 10.2.2 Volkiland – Zurich 2021

### Description du site

Il est prévu d'équiper plus de 100 sites Coop avec des stations de recharge publiques d'Energie 360°.

### Solution de recharge et équipement technique

Des bornes de recharge d'une puissance de 22 kW seront installées sur la plupart des sites. Les bornes de recharge pourront être utilisées via le service de recharge easycharge, par carte de crédit ou en itinérance. Le nombre de bornes de recharge sera continuellement augmenté en fonction de la demande.

### Solution technique

#### Raccordement électrique

Différents raccordements sur différents sites.

#### Infrastructure de recharge

Des bornes de recharge intelligentes de 22 kW sont installées sur la plupart des sites, conformément au cahier technique SIA 2060, niveau d'équipement D.

#### Système d'accès et de paiement

Les stations de recharge pourront être utilisées via le service de recharge easycharge, par carte de crédit ou en itinérance.



2 bornes de recharge bidirectionnelles sospeso&charge  
(source : EVTEC)

## 10.3 Charge bidirectionnelle

### 10.3.1 V2X – Walperswil BE 2020

#### Description du site

Bâtiment de Obst- und Beerenland AG avec système photovoltaïque sur les toits des bâtiments agricoles. L'entreprise possède deux véhicules électriques e-NV200 (avec des batteries de 40 kWh chacun), qui permettent une recharge bidirectionnelle.

#### Solution de recharge et équipement technique

Ont été installées deux bornes de recharge bidirectionnelles de 10 kW chacune. Les deux véhicules électriques e-NV200 sont rechargés avec l'énergie solaire et, si nécessaire, les deux véhicules transmettent de l'énergie au bâtiment, conformément au cahier technique SIA 2060, niveau d'équipement D. En fonction de la demande, les pics électriques sont réduits et/ou le besoin en énergie personnel est optimisé. Les deux véhicules électriques mettent à disposition un total de 80 kWh de stockage tampon mobile.

En outre, il est actuellement envisagé d'installer un stockage tampon de seconde vie fixe au cours de l'année à venir, afin d'absorber encore plus d'énergie photovoltaïque excédentaire et d'optimiser ainsi encore plus la consommation propre.

#### Solution technique

##### Raccordement électrique

Raccordement électrique par borne de recharge 3x16 A (11 kW).

##### Infrastructure de recharge

- Fiche CHAdeMO.
- Capacité de recharge et de décharge par borne de charge 10 kW, total 20 kW.
- Raccordement électrique par borne de recharge 3x16 A, 3x400 V.
- Affichage couleur intégré.
- Interfaces : GSM, Ethernet, RFID, OCPP.
- 2 bornes de recharge bidirectionnelles 10 kW.

Les bornes de recharge peuvent également être utilisées de manière conventionnelle pour recharger d'autres véhicules électriques.

##### Gestion de l'énergie

"barista" (EVTEC).



(source: Siemens)



(source: Siemens)

## 10.4 Recharge de bus électriques

### 10.4.1 Premier bus électrique pour l'entreprise de transports publics VBG – Aéroport de Zurich 2021

#### Description du site

##### Bâtiment

C'est en mai 2021 que Siemens a implémenté au terminal des bus de l'aéroport de Zurich l'infrastructure de charge nécessaire à l'exploitation du bus électrique Mercedes que l'entreprise de transports publics VBG met en circulation sur la «Ligne Innovation 759» de 13 km à destination du parc de l'innovation de Dübendorf, via Balsberg, Wallisellen et Wangen. L'électricité requise pour le bus est issue de sources renouvelables (énergie hydraulique, éolienne et solaire).

##### Solution de recharge et équipement technique

Pour alimenter le bus qui parcourt chaque jour près de 450 kilomètres, l'entreprise VBG utilise le mât de chargement installé à l'aéroport avec la borne de recharge rapide de Siemens, située non loin du mât dans le parking: dès que le chauffeur a positionné le bus sous le mât, la borne SICHARGE UC communique avec lui via l'antenne WLAN intégrée au mât. Doté de quatre rails de contact, le pantographe s'abaisse pour permettre la recharge. La puissance de charge maximale est atteinte en 15 secondes environ. En fonction du type de bus, l'intensité peut s'élever à cet arrêt jusqu'à 400 ampères pour une tension de 1000 volts maximum.

#### Solution technique

##### Raccordement électrique

Entrée nominale	
Tension (V AC)	400 (3ph + PE) +/- 10%
Courant à la tension nominale par phase	465
Fréquence (Hz)	50/60
Facteur de puissance (cos phi)	> 0.98

Sortie courant continu	
Puissance max. (kW)	400
Puissance assignée (kW)	300
Courant (max.) (A)	400
Tension (V DC)	10 à 1000
Efficacité (%)	96 à 97

##### Infrastructure de recharge

Le vaste portefeuille SICHARGE UC de Siemens propose des stations de recharge de différentes catégories de puissance, toutes avec protection contre les poussières, des bornes pour la recharge de plusieurs véhicules au dépôt, ainsi que des mâts de chargement avec ou sans pantographes inversés. Basée sur Linux, la commande des bornes intègre la gestion intelligente de la recharge. Le système de charge combiné (CCS) ou standard Combo facilite la recharge de tous les bus, quel que soit leur constructeur.



SICHARGE UC (source: Siemens)

### Gestion de la charge

L'optimisation des coûts énergétiques étant décisive, le logiciel permet d'enregistrer le prix de l'électricité des différents fournisseurs. Le programme décale la recharge aux heures où l'électricité est la moins chère et établit le planning de recharge le plus avantageux pour l'ensemble de la flotte: la nuit, quand les bus sont au dépôt, ils se rechargent entièrement pour profiter de tarifs jusqu'à trois fois inférieurs à ceux de la journée.

Il importe d'éviter les pics de puissance susceptibles de représenter jusqu'à 50% des coûts énergétiques mensuels. Il est généralement judicieux d'étaler la recharge individuelle dans le temps plutôt que de l'effectuer simultanément le plus vite possible. Le système tient compte de la limite d'alimentation en électricité à ne pas dépasser, telle que définie le cas échéant par l'exploitant.

### Système de surveillance et de pilotage

Au dépôt, les appareils de charge sont connectés au système de surveillance et de pilotage ou back-end. Le système de gestion de la recharge relève habituellement une vingtaine de paramètres dont il déduit toutes les données clés: niveau de charge des différents bus, véhicule nécessitant une recharge plus longue, éventuels retards ou pannes, etc.

Il tient compte aussi de la puissance de charge maximale des batteries et des bornes, ainsi que du type du dépôt: les véhicules peuvent-ils le traverser ou sont-ils soumis au régime du first in, last out? C'est sur la base de ces données que s'établit le planning du lendemain. Le système est en outre capable de simuler divers plannings de recharge.



Ancien bâtiment Ackeretstrasse in Winterthur (source: Invisia)



Bornes de recharge ABB (source: Invisia)

## 10.5 Gestion de l'énergie

### 10.5.1 L'ancien bâtiment Ackeretstrasse – Winterthur 2021

#### Description du site

Le magnifique bâtiment situé au centre de Winterthur est préparé pour l'avenir. Primo, il s'agit d'un système de gestion de la recharge pour les voitures électriques ; par la suite, il peut facilement être étendu à un système de gestion de l'énergie.

#### Solution de charge et équipement technique

On a renoncé à l'installation d'un câble plat ; toutes les stations ont été connectées en étoile avec des lignes d'alimentation individuelles. La connexion domestique est néanmoins surveillée et les stations de charge régulées dynamiquement. Toutes les données de consommation sont transmises directement à la gestion immobilière de la ville de Winterthur, qui facture ensuite directement aux locataires. La réalisation est conforme au niveau d'équipement D du cahier technique SIA 2060.

#### Solution technique

##### Raccordement électrique

Lignes d'alimentation de 16A directement aux stations.

##### Infrastructure de recharge

Bornes de recharge ABB 22kW.

##### Gestion de l'énergie

Serveur Invisia – Intelligence dynamique (v. page 64).

##### Système d'accès et de paiement

RFID, facturation via app automatisée par l'administration.

# 11. Appendice

Dans les prochains pages, on fournit des approfondissements sur les systèmes de gestion des recharges et sur les systèmes d'accès et de paiement.

## 11.1 Gestion des recharges, gestion de l'énergie

D'un point de vue économique, un système intelligent de gestion de la charge et de l'énergie évite autant les coûts additionnels pour l'augmentation de la puissance contractuelle de raccordement au réseau (coûts d'investissement), que l'augmentation des coûts annuels générés par les pics de puissance (coûts d'ex-

ploitation), dans le cas où on applique des tarifs qui dépendent également de la puissance (voir Fig. 68). Les aspects les plus importants d'un système de gestion des recharges sont la puissance disponible, la méthode de gestion des recharges, le type de gestion de la charge et l'architecture du système.

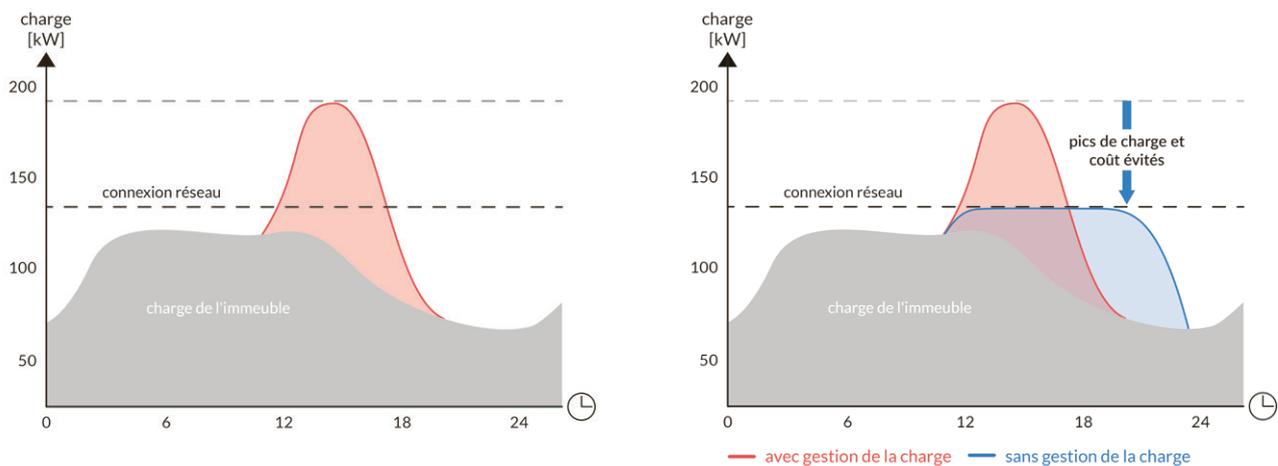
# Serveur Invisia. Pour vous connecter à l'avenir de l'électromobilité.



Le serveur Invisia est la réponse à la demande croissante en stations de recharge au sein des immeubles privés et commerciaux. Ce serveur à bas prix et facile à installer, associé au logiciel unique de gestion de recharge Invisia, est le concept de recharge le plus moderne du marché. Surfez dès maintenant sur cette tendance et connectez-vous à l'avenir.

Plus d'informations sur [invisia.ch/server](https://invisia.ch/server)  
ou au 052 770 07 24.





**Fig. 68 :** Le système de gestion évite les pics de la charge et règle la puissance de recharge de manière à ne pas dépasser la puissance de raccordement au réseau et à minimiser les coûts (source : The Mobility House).

### 11.1.1 Puissance disponible

La puissance disponible pour la recharge est la différence entre la puissance maximale pouvant être prélevée dans le réseau, d'après ce qui a été établi par le contrat de fourniture ou par la connexion électrique du parking et la puissance des autres charges reliées au compteur commun. Généralement, elle varie au cours de la journée comme montré dans la Fig. 68 ; cette variation est encore plus marquée en présence de systèmes de production d'énergie renouvelable, tels que des installations photovoltaïques et des éoliennes. En l'absence d'un système de gestion des recharges et de l'énergie, les voitures chargeraient à la puissance maximale permise par la borne de recharge indépendamment de la réserve de puissance disponible ; le système gestion des recharges et de l'énergie doit donc faire en sorte que la puissance disponible soit correctement répartie.

- Dans le cas de systèmes "top-down", la puissance disponible pourrait parfois être momentanément réduite par le gestionnaire de réseau, par exemple, à travers le signal d'une télécommande. Cela est, par exemple, précisé pour leur région par les entreprises industrielles de la ville de Zurich (ewz) ou de Brugg (iBB Energie AG), où les stations de recharge avec un courant de plus de 8 A doivent pouvoir être bloquées par un signal de télécommande ou par un signal du "smart meter". Cependant, il faut être attentif au fait qu'il n'est pas toujours possible d'interrompre l'alimentation de la borne de recharge, comme on peut le faire avec un boiler, car cela serait interprété comme une erreur de la voiture électrique avec des conséquences indésirables (par exemple, impossibilité de reprendre la recharge, même lorsque l'alimentation est rétablie, voiture qui se met à klaxonner, etc.).
- Dans les systèmes "bottom-up", comme ceux décrits dans les paragraphes suivants, la puissance disponible est définie par le système local. Dans la

Fig. 69, on indique la façon dont peut être répartie l'énergie disponible. Dans l'hypothèse d'avoir 3 véhicules qui peuvent charger au maximum à 3.7 kW, si au départ seul le véhicule 1 est présent, vu que la puissance disponible est de 4 kW, il peut charger à la puissance maximale. Lorsque le 2 arrive, ils peuvent charger à 2 kW. Au fur et à mesure que la puissance disponible augmente, la puissance de charge augmente aussi, par exemple, à 20:00 les deux véhicules chargent à 3 kW. A 21:00 le véhicule 3 est également en charge, la puissance disponible est donc répartie entre les 3 voitures. A 22:00 la puissance disponible est de 12 kW, toutes les voitures peuvent donc charger à la puissance maximale. Dès qu'une des voitures a terminé sa charge, il reste plus de puissance disponible pour les autres.

### 11.1.2 Méthode de gestion des recharges

Compte tenu de la puissance disponible, les différents types de gestion de charge intelligente sont basées sur le contrôle de la puissance (on/off ou régulation du niveau de la puissance, Fig. 70) et/ou sur la programmation de la charge, Fig. 71). Lorsque la puissance disponible ne permet pas de recharger plusieurs voitures simultanément, c'est une régulation cyclique (régulation "à carrousel", Fig. 72) qui est effectuée ; la première voiture est chargée à une puissance donnée pour un temps donné. Dès que le temps est écoulé, on procède avec la deuxième voiture selon les mêmes modalités et ainsi de suite. Une fois arrivé à la dernière voiture, on recommence avec la première jusqu'à ce que toutes les voitures soient complètement rechargées. Pour les cas dans lesquels la puissance est insuffisante, une autre solution possible est celle d'une distribution rigoureuse de la puissance, d'après le principe first-come-first-serve. Dans ce cas, les véhicules, s'ils n'ont pas de charge prioritaire, sont chargés de la manière la plus uniforme possible, en minimisant le courant. Si les horaires de départ et l'état des batte-

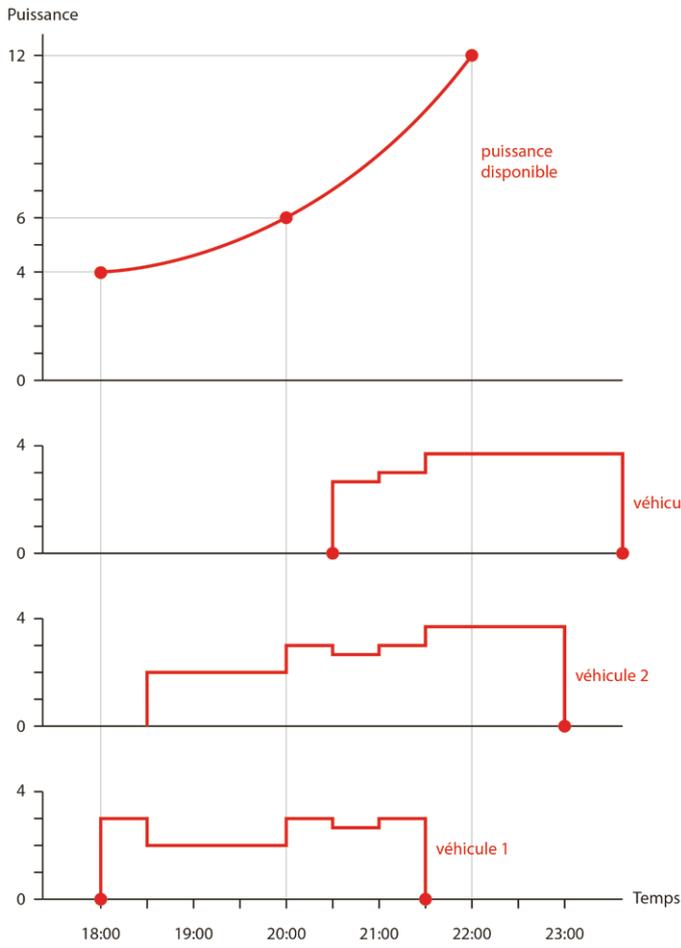


Fig. 69 : Répartition de la puissance disponible entre les véhicules.

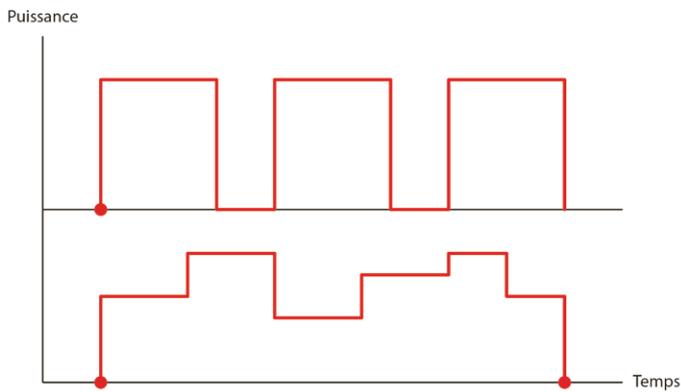


Fig. 70 : Contrôle de la puissance : on-off (en haut), régulation du niveau (en bas).

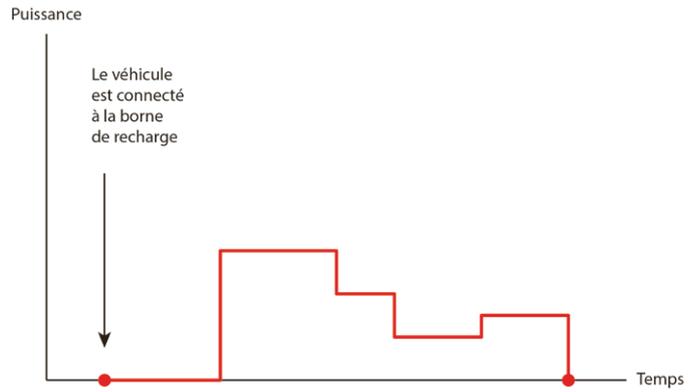


Fig. 71 : Charge programmée : le système de contrôle décide du meilleur moment pour le début de la charge.

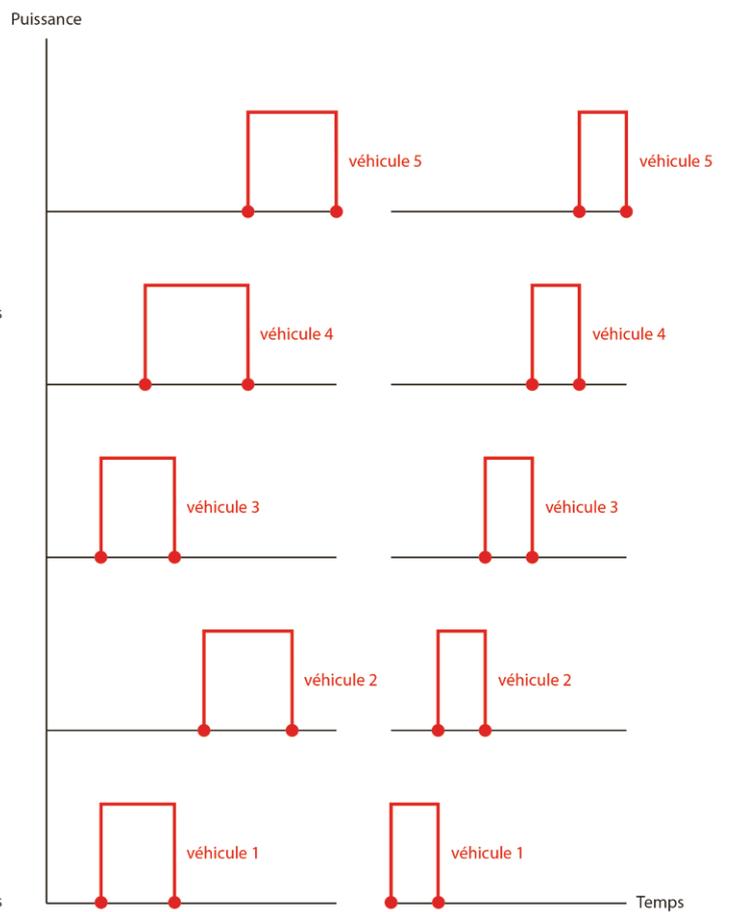


Fig. 72 : Charge programmée: chaque borne est programmée pour fournir une puissance donnée à partir d'une heure donnée pour une durée donnée. Le schéma peut être plus simple (à droite, schéma "à carrousel").

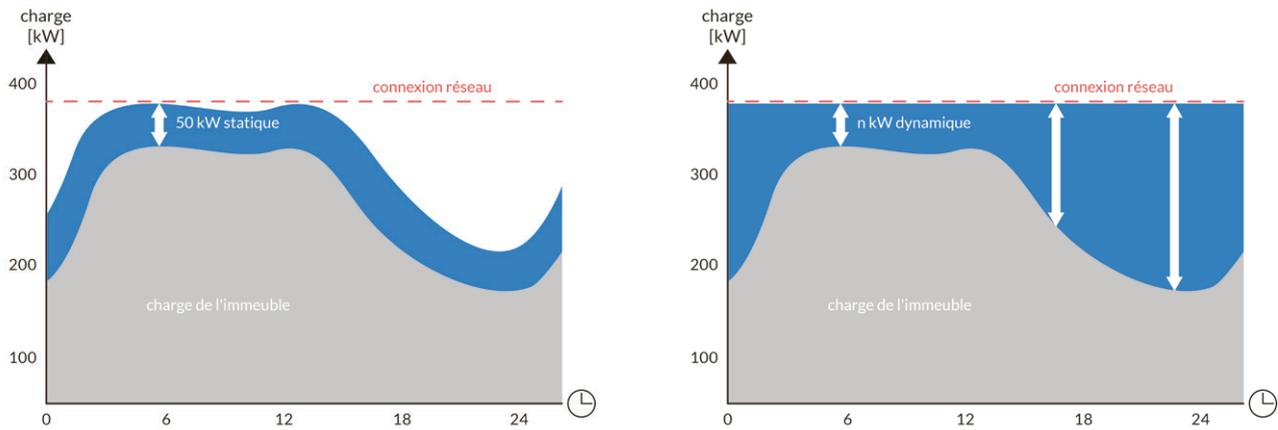


Fig. 73 : Les 2 types de gestion de la charge: statique (à gauche) et dynamique (à droite) (source : The Mobility House).

ries sont disponibles, ils peuvent être utilisés en tant que paramètres additionnels pour une régulation séquentielle. Cela signifie que les véhicules sont chargés l'un après l'autre en fonction de l'urgence, jusqu'à charge complète ou jusqu'au niveau de charge souhaité. Les avantages de cette solution sont, en particulier, le fonctionnement en continu de l'électronique de puissance du chargeur de batterie, qui est moins sollicitée par rapport au fonctionnement intermittent (on-off) de la régulation "à carrousel".

### 11.1.3 Type de gestion de la charge

La gestion de la charge peut être statique ou dynamique :

- Statique (Fig. 73, à gauche) : est prédéfinie une valeur constante de la puissance totale disponible pour plusieurs bornes indépendamment de la présence d'autres utilisateurs (les autres habitants de l'immeuble) ou de systèmes de production d'énergie renouvelable. La puissance de recharge constante disponible est répartie sur tous les véhicules connectés. En présence de suffisamment de puissance il existe des systèmes qui arrivent à considérer la puissance de recharge spécifique du véhicule et à l'allouer pendant le processus de distribution.
- Dynamique (Fig. 73, à droite) : la puissance maximale disponible pour les véhicules électriques à charger est contrôlée de manière dynamique en temps réel, en fonction de la charge totale du bâtiment. Cela signifie que si la puissance des autres usages augmente (par exemple, parce qu'il y a un ascenseur en marche), la puissance disponible pour la charge diminue en conséquence. À l'inverse, si une installation photovoltaïque est en train de générer de l'électricité, la puissance disponible augmente. La seule contrainte est de ne pas dépasser la puissance maximale spécifiée dans le contrat avec le fournisseur d'électricité.

### 11.1.4 Architecture du système

Essentiellement il y a 3 schémas (Fig. 74) : les bornes de recharge sont reliées à une centrale de contrôle (architecture centralisée) les bornes de recharge sont reliées entre elles (architecture décentralisée), mais elles ne nécessitent pas de centrale, les bornes de recharge sont indépendantes (architecture indépendante). Dans les deux premiers cas de figure, un échange d'informations entre bornes et centrale ou entre les bornes elles-mêmes est nécessaire. Les autres caractéristiques sont les suivantes :

- Architecture centralisée : à la base il existe deux régulations possibles, l'une avec centrale locale, l'autre avec lien Cloud. La centrale peut être locale ou à distance (selon les systèmes la centrale dispose d'un lien Cloud). Dans le cas d'une solution Cloud/à distance les bornes de recharge seront reliées à un router qui, à son tour, devra posséder une connexion internet. Dans les deux cas, il y a des solutions propriétaires, c'est-à-dire que bornes de recharge et centrale doivent être fournies par le même producteur, et des solutions ouvertes, dans lesquelles les bornes de recharge communiquent avec la centrale à travers le protocole "open source" OCPP : dans ce cas, les utilisateurs ont plus de liberté dans le choix du fournisseur des bornes de recharge. En matière d'extensibilité, flexibilité et garantie pour l'avenir sont recommandés des systèmes ouverts qui ne sont pas limités pour ce qui concerne les points de recharge à utiliser. Il est en outre essentiel qu'un système de gestion puisse s'interfacer avec le distributeur local d'électricité (par exemple, avec un récepteur de télécommande) pour lui permettre, si nécessaire, une régulation contrôlée des bornes de recharge reliées, en fonction des exigences du réseau.
- Architecture décentralisée : l'intelligence est intégrée aux bornes de recharge, qui distribuent, plus ou moins uniformément, la puissance totale disponible parmi les différentes bornes. Dans ce cas, par

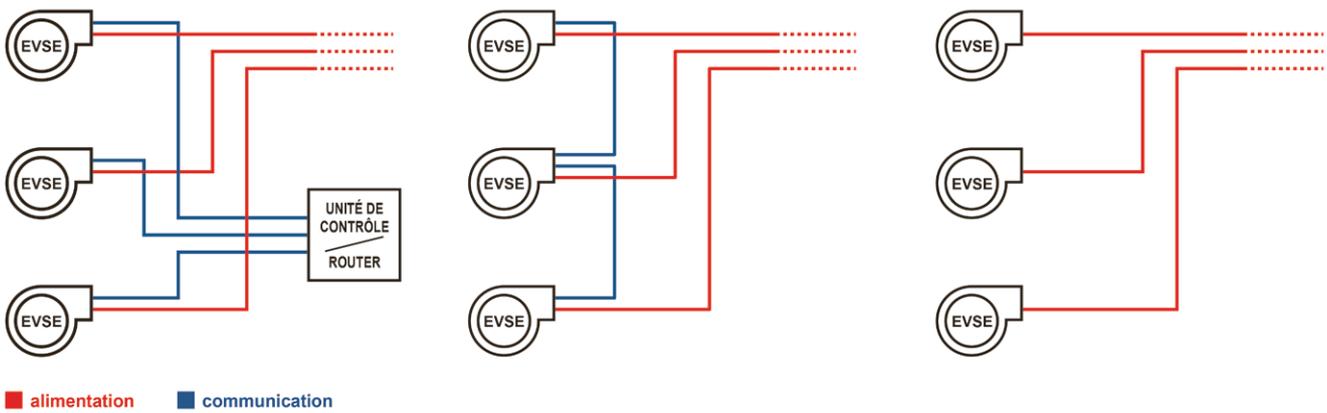


Fig. 74 : Architecture du système de contrôle: centralisé (à gauche), décentralisée (au centre), indépendante (à droite).

contre, les utilisateurs sont obligés d'acheter les bornes de recharge chez le même fournisseur ou chez des fournisseurs compatibles entre eux. La Fig. 75 montre un logiciel capable de déterminer la puissance maximale disponible pour un groupe de bornes de recharge.

- Architecture indépendante : les bornes de recharge sont pourvues d'algorithmes qui permettent de s'autoréguler sans avoir besoin de communiquer entre elles. Dans ce cas également, tous les utilisateurs doivent obligatoirement acheter les bornes de recharge chez le même fournisseur, étant donné que l'autorégulation est valable entre bornes qui utilisent le même algorithme propriétaire.

Comme les systèmes centralisés et décentralisés sont les plus répandus sur le marché, dans le Guide, on conseille toujours de prévoir les installations électriques de façon à ce que les bornes puissent être reliées au réseau.

## 11.2 Gestion de l'accès et du paiement

Les systèmes d'accès possibles sont les suivants :

- Libre : l'utilisateur ne doit pas être identifié et il n'y a pas le nécessité de vérifier qui effectue la charge. Typiquement pour des maisons individuelles ou quand cela n'est pas nécessaire de facturer la charge (par exemple, pour des clients).
- Par carte (ou token) RFID privée : l'utilisateur doit être identifié pour s'assurer que seul un certain type de profil puisse accéder à la borne de recharge. Typiquement, par exemple, pour immeubles ou pour parkings visiteurs, dans lesquels on ne veut pas que n'importe qui puisse accéder à la recharge ou dans lesquels l'utilisateur doit être identifié afin d'effectuer, par la suite, la facturation. La carte RFID privée peut être préprogrammée pour une borne de recharge donnée, ou reliée à un système de gestion des cartes (backend) qui pourra ensuite vérifier et, le cas échéant, facturer la recharge pour chaque utilisateur.

The screenshot shows the 'Smart Charging Network: TEST1' interface. On the left, a list of EVSE units is displayed:

- PRO\_0012: icu-eve-mini-58523r012
- PRO\_0107: ng920-61001-64250r003
- PRO\_0105: ng920-61001-64250r001
- PRO\_0108: ng920-61001-64345r010
- PRO\_0047: icu-eve-mini-61176r006

The main panel displays a table of EVSE units and their settings:

Id	Name	Socket	State	Current L1	Current L2	Current L3	Clock	Info
0	PRO_0107	1	Idle (E0)	-	-	-	58784	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
1	PRO_0107	2	Idle (E0)	-	-	-	58784	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
2	PRO_0012		Idle (E0)	0.0	0.0	0.0	59034	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32
3	PRO_0047		Idle (E0)	-	-	-	58534	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32
4	PRO_0105	1	Idle (E0)	0.0	0.0	0.0	58784	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
5	PRO_0105	2	Idle (E0)	0.0	-	-	58784	Min 0, Max 0, SP 0, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
6	PRO_0108	1	Charging (C2)	14.4	15.6	12.0	58834	Min 6, Max 32, SP 16, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
7	PRO_0108	2	Charging (C2)	14.9	14.9	14.8	58834	Min 6, Max 32, SP 16, Ex 0, Total 32 GrpMax 32
<b>Total</b>				<b>29.3</b>	<b>30.5</b>	<b>26.8</b>		
<b>Available</b>				<b>32.0</b>	<b>32.0</b>	<b>32.0</b>		

Settings:

- Total current (A): 32
- Safe current (A): 6
- Alternating period (s): 360

When sockets are disconnected from the network, only the first 5 sockets are able to reach the safe current of 6A

Initialize

Fig. 75 : Logiciel pour la configuration de la puissance maximale totale (ici 32 A par phase) des différentes bornes de recharge (source : Alfen).



Fig. 76 : Code QR (swisscharge.ch).



Fig. 77 : Paiement en espèces (ebs).

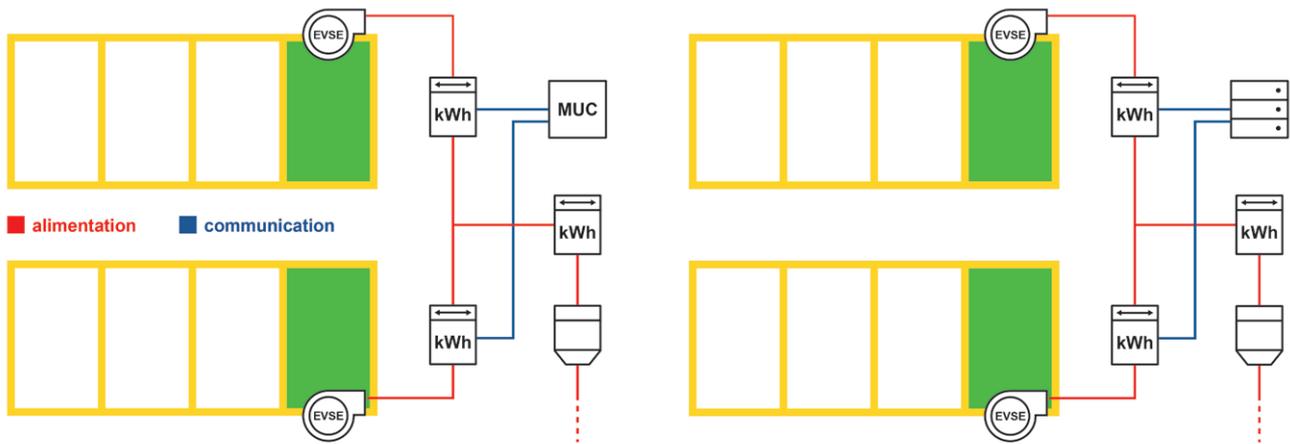
- Par carte (ou token) RFID d'un système public : l'utilisateur doit avoir une carte d'accès publique pour pouvoir s'identifier et, ensuite, recevoir, le cas échéant, la facture. En Suisse, les systèmes les plus courants sont : carte d'accès TCS, swisscharge.ch, Move, Plug'n Roll, Easy4you, EV Pass, PlugSurfing, etc.

Ci-dessous, divers systèmes de paiement :

- Gratuit : l'utilisateur ne paie pas de recharge. A noter que le coût de la recharge peut être couvert de manière indirecte (par exemple, par des achats dans les magasins, par le coût du parking, etc.).
- Par SMS : le paiement se fait par un envoi de SMS. L'inconvénient de ce système est que le montant est établi avant de commencer la recharge et qu'il n'est donc pas proportionnel au service reçu (par exemple, temps écoulé et énergie rechargée).
- Par carte (ou token) RFID d'un système privé : la recharge est facturée directement ou dans un deuxième temps, par exemple, à la fin du mois, au moment de l'analyse des données statistiques d'utilisation. La borne de recharge est généralement reliée au backend privé ou du gestionnaire avec une interface "open source" type OCPP. Par la carte RFID émise par le gestionnaire, l'utilisateur a accès à la charge et le backend le reconnaît. De cette manière, l'utilisateur paiera l'énergie directement au fournisseur du système d'accès et paiement, lequel reversera son dû au propriétaire. Les exemples typiques pourraient être les immeubles, les parkings pour collaborateurs ou pour flottes.
- Par carte (ou token) RFID d'un système public : la recharge est facturée à l'utilisateur à travers la carte utilisée aussi pour l'identification. Il existe des systèmes de cartes prépayées et post-payées. Le coût de la charge varie selon le fournisseur de système, du réseau sur lequel est effectuée la recharge et de la borne de recharge utilisée (puissance et lieu). La recharge est normalement facturée sur la base d'un seul ou des trois éléments suivants : les coûts

de transaction, l'énergie fournie et les temps de recharge.

- Via application : généralement, les fournisseurs de systèmes d'accès et paiement permettent également l'identification et le paiement via l'application (après enregistrement des données personnelles). L'application peut, en outre, permettre de réserver la borne de recharge à l'avance. Certains systèmes permettent même de télécharger l'application sans enregistrement au préalable et d'effectuer le paiement en insérant les données de la carte de crédit.
- Par carte de crédit : est effectué comme suit :
  - Données insérées via le web (QR-Code) : sur la borne de recharge apparaît un QR-Code. En le scannant, on est redirigé vers une page web sur laquelle on peut insérer les données de la carte de crédit ; une fois les données validées, on peut effectuer la recharge. Ce système ne nécessite pas de préinscription et est donc utilisable par tout le monde (Fig. 76).
  - Carte insérée dans le lecteur : certaines bornes de recharge, surtout celle en courant continu, permettent l'insertion de la carte de crédit ou de débit dans le lecteur prévu à cet effet et qui se trouve soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de la borne de recharge.
- En espèces : dans de rares cas, le paiement peut être effectué en espèces, comme pour le paiement des parkings. Cette solution n'est que rarement mise en place, car elle n'est idéale ni pour l'utilisateur final (qui doit avoir à disposition la monnaie locale nécessaire), ni pour l'opérateur (qui doit vider régulièrement la borne) (Fig. 77).
- Par lecture du compteur : la lecture du compteur est effectuée presque exclusivement pour les immeubles, dont la borne de recharge n'est pas reliée au compteur de l'appartement, mais au compteur commun. Dans ce cas, on installe un compteur ad hoc pour la borne de recharge ou bien on utilise le



**Fig. 78 :** La lecture automatique de l'énergie peut se produire (à gauche) en connectant des compteurs individuels à un serveur interne (MUC), ou chaque compteur/borne de recharge transmet des données sur Internet à un serveur externe (à droite).

compteur intégré à la borne de recharge. La lecture du compteur peut s'effectuer comme suit :

- Par l'administration avec lecture manuelle : une simple lecture visuelle des compteurs, qu'ils soient externes ou intégrés à la borne de recharge. La lecture peut être effectuée directement par l'administration ou par l'utilisateur et communiquée ensuite à l'administration (auto-lecture).
- Par l'administration avec lecture automatique : les compteurs d'énergie, qu'ils soient externes ou intégrés à la borne de recharge, envoient les informations à un logiciel externe (backend) auquel l'administrateur peut accéder (Fig. 78). Il existe des systèmes propriétaires, c'est-à-dire dans lesquels compteurs et backend ou bornes de recharge et backend doivent appartenir au même fournisseur, et des systèmes ouverts. Ces derniers, qui sont notamment répandus dans certains modèles de bornes de recharge avec compteur d'énergie incorporé, utilisent un système de communication "open source," comme OCPP. Les habitants de l'immeuble sont donc plus libres dans le choix du fournisseur de la borne de recharge, à condition qu'elle soit en mesure de transmettre les informations d'après le protocole OCPP.
- D'autres systèmes de paiement électroniques (Paypal, Cryptodevise, forfaitaire) qui peuvent être appliqués sont rattachés à l'un des moyens énumérés précédemment. Par exemple, avec paypal ou avec des cryptomonnaies (au moyen d'un portemonnaie électronique) ou bien avec des paiements forfaitaires (par exemple, pour des appartements en location ou des bornes pour collaborateurs ou clients d'hôtel). Une solution alternative très intéressante est celle des parkings publics sleep&charge, dans lesquels le compteur est intégrée dans le câble mode 3. L'utilisateur branche le câble spécial mode 3 à la prise prévue à cet effet (par exemple, sur le lampadaire) et à la voiture. Le compteur intégré dans ce câble spécial

mesure l'énergie utilisée et envoie l'information au backend pour la facturation (Fig. 79).

Les points fondamentaux suivants doivent être pris en compte lors du choix d'un système de paiement :

- Évaluation des besoins concernant le mode de gestion (gestion de la charge).
- Évaluer les besoins en matière de modes de paiement.
- Analyser les différents systèmes disponibles. Existe-t-il une solution qui couvre tout ou plusieurs solutions sont-elles nécessaires ?
- Vérifiez comment le système s'intègre aux systèmes utilisés préexistants.
- Programmez un test avec un ou deux systèmes choisis.



**Fig. 79 :** Système avec compteur intégré dans le câble (Ubitricity).





## 12. Bases légales

- 1: Norme SN 411000, Normes sur les installations à basse tension (NIBT), 2015.
- 2: Norme SN 640291a, Stationnement -Géométrie, 2006.
- 3: Norme SIA 181, Protection contre le bruit dans le bâtiment, 2006.
- 4: ISO 61518 et ses parties : définit les exigences pour la recharge coté véhicule et côté alimentation, les caractéristiques des bornes de recharge et la communication de bas niveau entre voiture et borne de recharge. Toutes les exigences en matière de sécurité se trouvent dans cette norme.
- 5: ISO 62196 et ses parties : définit la géométrie et les caractéristiques des connecteurs dédiés.
- 6: ISO 15118 et ses parties : définit la communication de haut niveau entre voiture, borne de recharge et réseau électrique.



# 13. Annexes

- 1 Installation de prises de réseau CEE pour les bornes de recharge domestiques (p. 76).
- 2 Maisons individuelles :
  - A) alimentation électrique (1P) du compteur (p. 77).
  - B) alimentation électrique (3P) du compteur (p. 78).
- 3 Logements multifamiliaux ou immeubles :
  - C) alimentation électrique (1P) du compteur du propriétaire unique/locataire (p. 79).
  - D) alimentation électrique (3P) du compteur du propriétaire unique/locataire (p. 80).
  - E) alimentation électrique (1P) du compteur commun ; compteur de la station de recharge dans le panneau électrique (p. 81).
  - F) alimentation électrique (3P) du compteur commun ; compteur de la station de recharge dans le panneau électrique (p. 82).
  - G) alimentation électrique (1P) du compteur commun ; compteur intégré de la station de recharge (p. 83).
  - H) alimentation électrique (3P) du compteur commun ; compteur intégré de la station de recharge (p. 84).
  - I) alimentation (1P/3P) depuis le compteur de chaque propriétaire/locataire, avec pré-aménagement pour de futures extensions avec DPS et disjoncteur d'abonné (p. 85).
- 4 (L) Parkings clients/visiteurs (p. 86).
- 5 (M) Parkings pour e-bikes (p. 87).
- 6 Avis technique de Swiss eMobility sur l'infrastructure de recharge pour logements divers (p. 88-89).

# Installation de prises de réseau CEE pour les bornes de recharge domestiques

Le branchement des bornes de recharge domestiques du TCS nécessitent d'une prise de réseau CEE triphasée. L'installation doit être exécutée par un électricien.

## Prise de réseau CEE:

Chaque borne de recharge plug&play nécessite d'une prise CEE. Celle-ci est conçue pour une charge à haute puissance, continue.

La prise CEE doit être 16A triphasée (11kW rouge), même si la borne de recharge est monophasée (toutes les bornes de recharge TCS plug&play sont équipées avec des fiches de courant triphasées). Notez qu'une prise triphasée CEE 32A (22kW rouge) n'est pas compatible avec la fiche CEE de la borne de charge.

Pour usage privé on recommande d'équiper la prise CEE avec une prise de courant domestique (A) additionnelle. Ceci permet de connecter également d'autres appareils électriques tel que p.ex. eBike, aspirateurs et d'autres appareils électroménagers.



Pour un usage semi-public on recommande l'installation d'une simple prise CEE (B) avec serrure.



## Connexion électrique et dispositif de sécurité:

Dispositif de sécurité: pour la prise CEE on nécessite seulement d'un FI-LS Type A (dans les bornes de recharge Alfen la protection DC électronique est déjà intégrée).

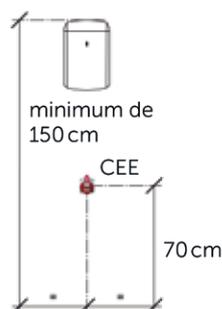
Effectuer la rotation des phases L1, L2, L3 pour plusieurs bornes de recharge: ceci afin de garantir que les phases soient chargées plus uniformément lors que ceci se fait en charge monophasée (la plupart des véhicules électriques se chargent en monophasé).

Trouvez maintenant une station de recharge adaptée et obtenez un devis indicatif pour l'installation: [tcs.ch/station-recharge](https://tcs.ch/station-recharge)

## Disposition de la prise CEE:

La prise doit être placée à une hauteur d'environ 70 cm du sol.

Vérifier que la prise CEE soit éloignée au maximum 50 cm de la borne de recharge. La borne doit être adaptée au véhicule électrique à recharger (observation: si le câble de recharge est monté à la borne de recharge la longueur du câble devra être de 4 m). Vous trouverez sous [tcs.ch/recherche-auto](https://tcs.ch/recherche-auto) (sélectionner le modèle souhaité, choisir ensuite «Spécifications») les différents emplacements du branchement côté véhicules électriques.



## Avantages des bornes de recharge domestiques du TCS:

- Coûts modérés d'installation pour le client
- Changement simplifié de PHEV à BEV et vice-versa
- Déménagement sans problèmes
- Remplacement d'un poste de recharge défectueux en 6 heures
- Recharge d'urgence possible par mode 2
- Rotation assurée des phases
- Compatible avec des systèmes de gestion de la puissance de la recharge
- Compatible avec les développements futurs (p.ex. DC et inductif)
- Il sera nécessaire de tester la prise CEE seulement après 20 ans afin de recevoir le certificat de sécurité (SiNa)

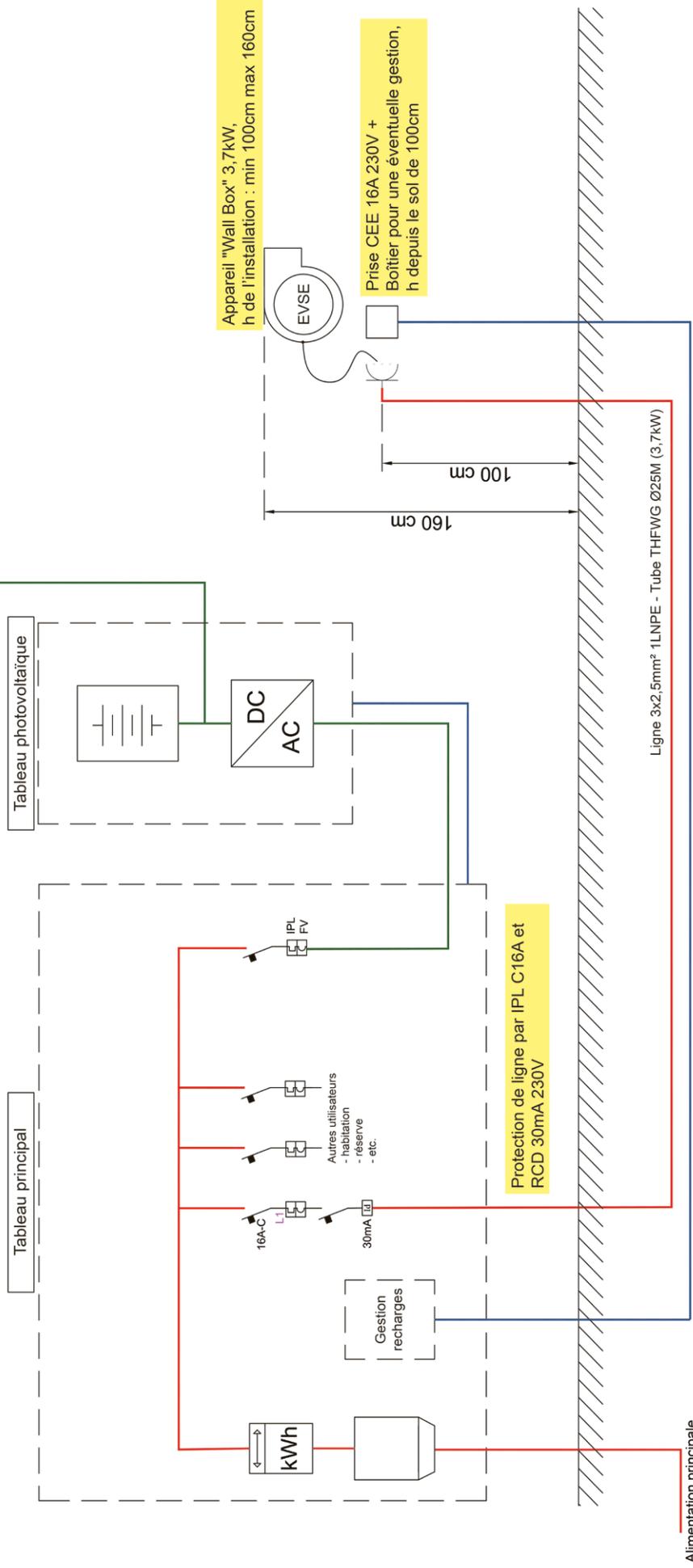
# A EXEMPLE D'INSTALLATION POUR LOGEMENT UNIFAMILIAL AVEC PHOTOVOLTAÏQUE

Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.

- Ligne courant fort
- Tube communication THFWG 25ØM
- Ligne photovoltaïque

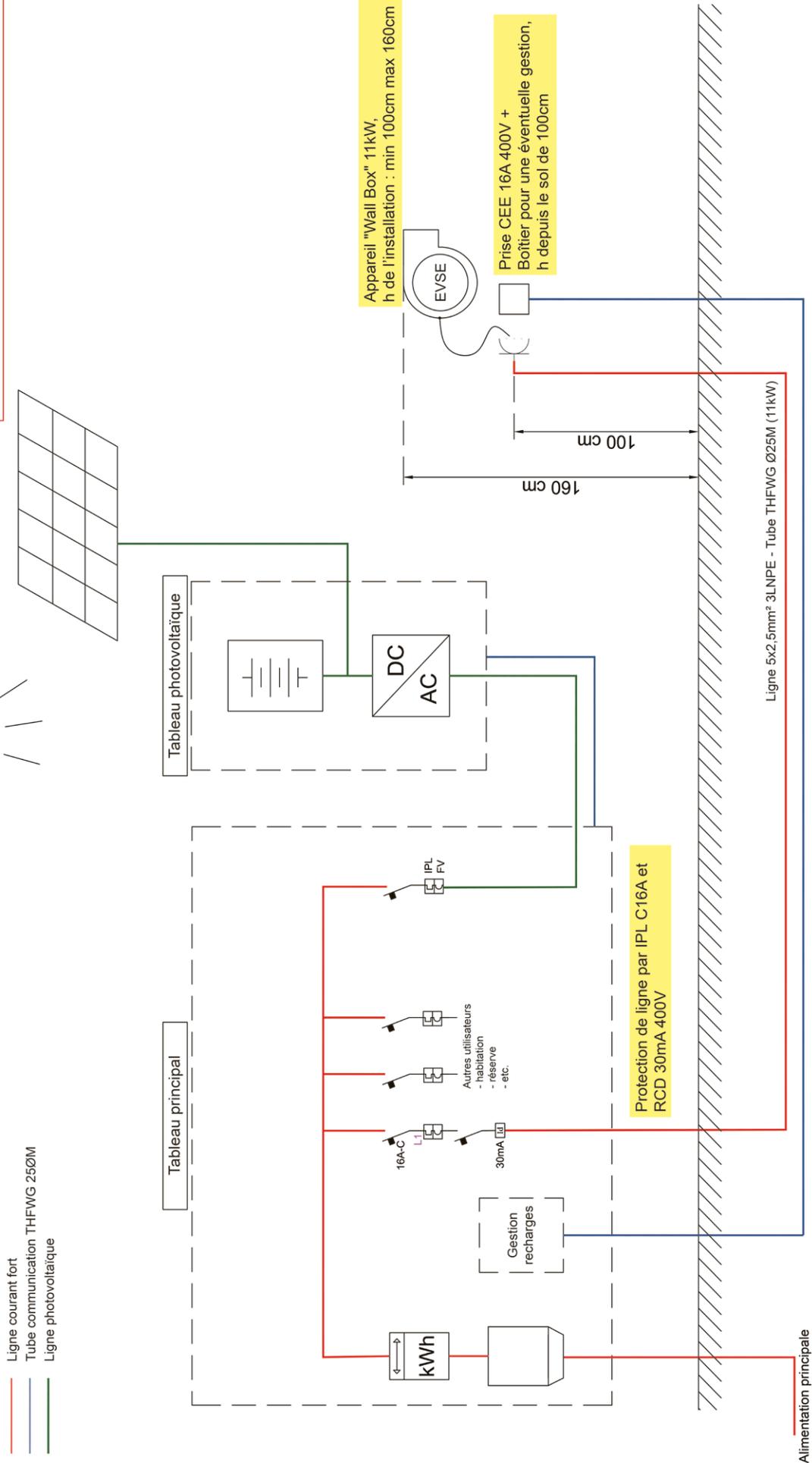


Toutes les recharges électriques alimentées par un système monophasé doivent être reliées en alternance



# B EXEMPLE D'INSTALLATION POUR LOGEMENT UNIFAMILIAL AVEC PHOTOVOLTAÏQUE

Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.



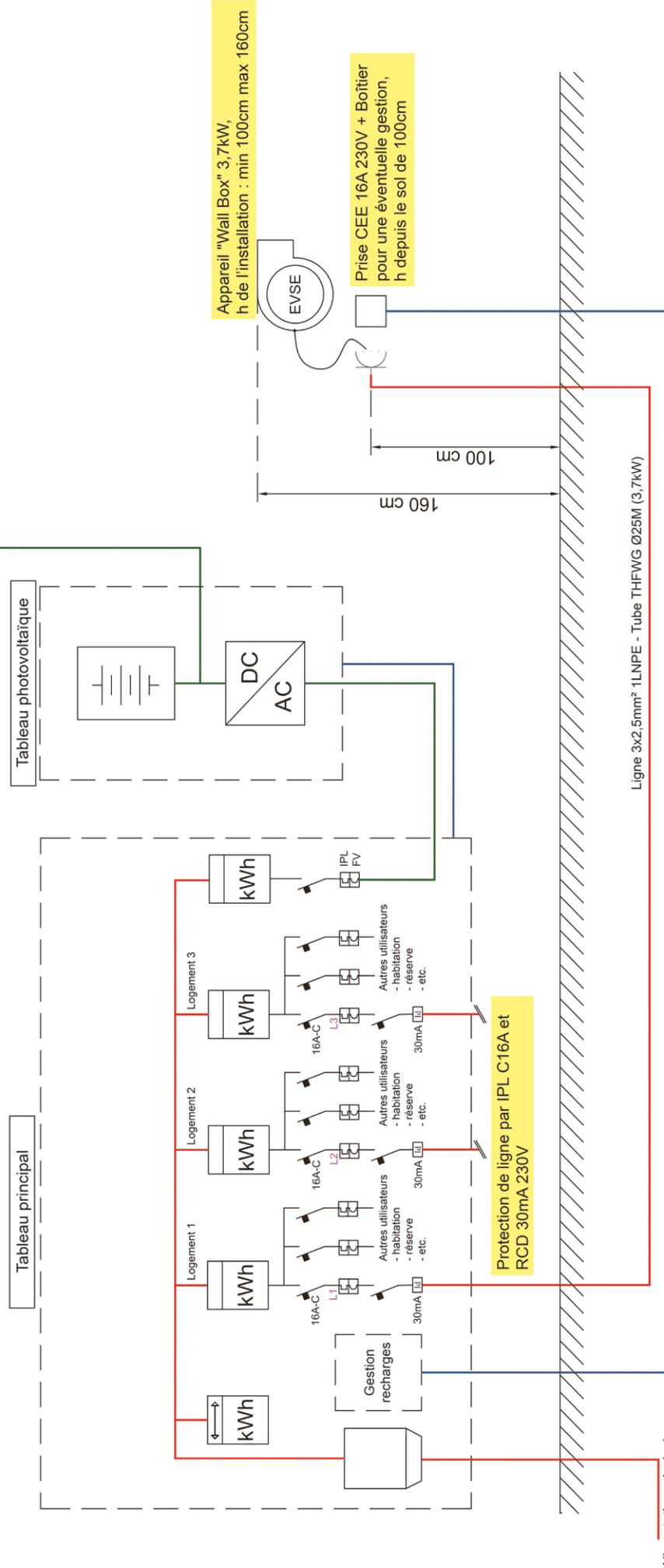
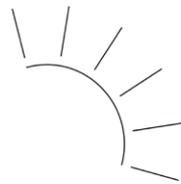
# C EXEMPLE D'INSTALLATION POUR LOGEMENT MULTIFAMILIAL AVEC PHOTOVOLTAÏQUE

Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.

- Ligne courant fort
- Tube communication THFWG 25ØM
- Ligne photovoltaïque



Toutes les recharges électriques alimentées par un système monophasé doivent être reliées en alternance



Appareil "Wall Box" 3,7kW, h de l'installation : min 100cm max 160cm

Prise CEE 16A 230V + Boîtier pour une éventuelle gestion, h depuis le sol de 100cm

100 cm

160 cm

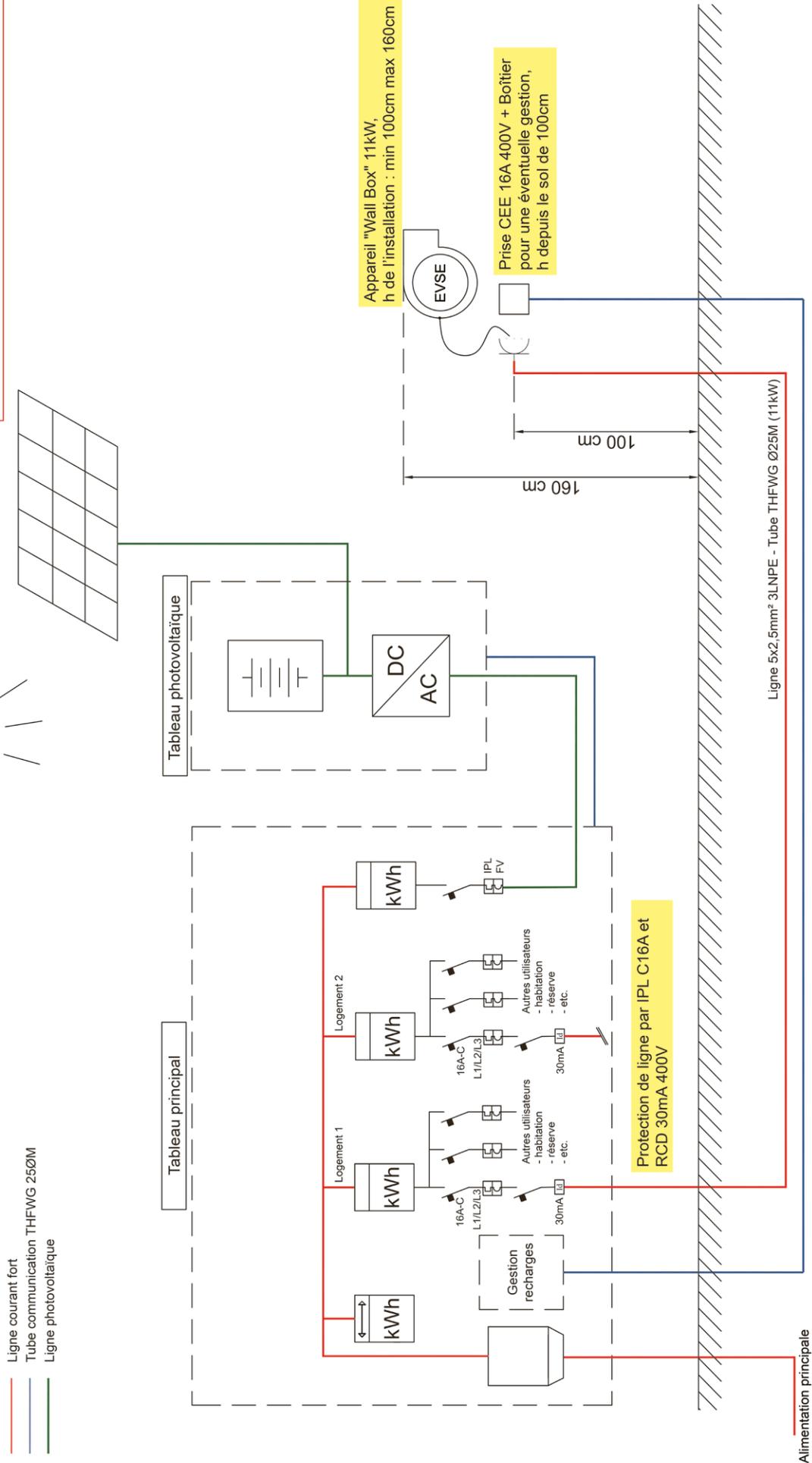
Ligne 3x2,5mm² 1LNPE - Tube THFWG Ø25M (3,7kW)

Protection de ligne par IPL C16A et RCD 30mA 230V

Alimentation principale

# D EXEMPLE D'INSTALLATION POUR LOGEMENT MULTIFAMILIAL AVEC PHOTOVOLTAÏQUE

Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.



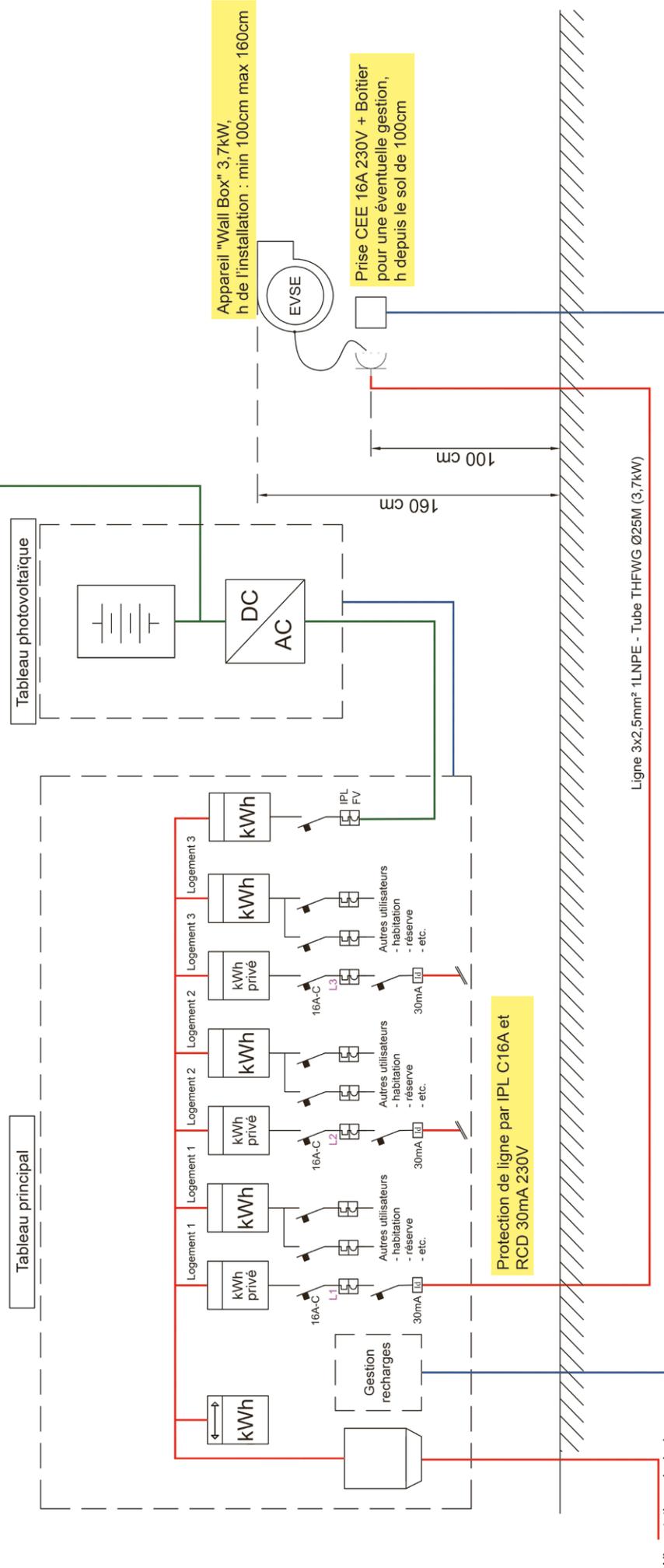
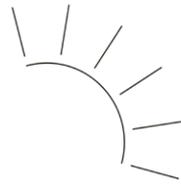
# E EXEMPLE D'INSTALLATION POUR LOGEMENT MULTIFAMILIAL AVEC PHOTOVOLTAÏQUE

Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.

- Ligne courant fort
- Tube communication THFWG 25ØM
- Ligne photovoltaïque



Toutes les recharges électriques alimentées par un système monophasé doivent être reliées en alternance



Appareil "Wall Box" 3,7kW, h de l'installation : min 100cm max 160cm

Prise CEE 16A 230V + Boîtier pour une éventuelle gestion, h depuis le sol de 100cm

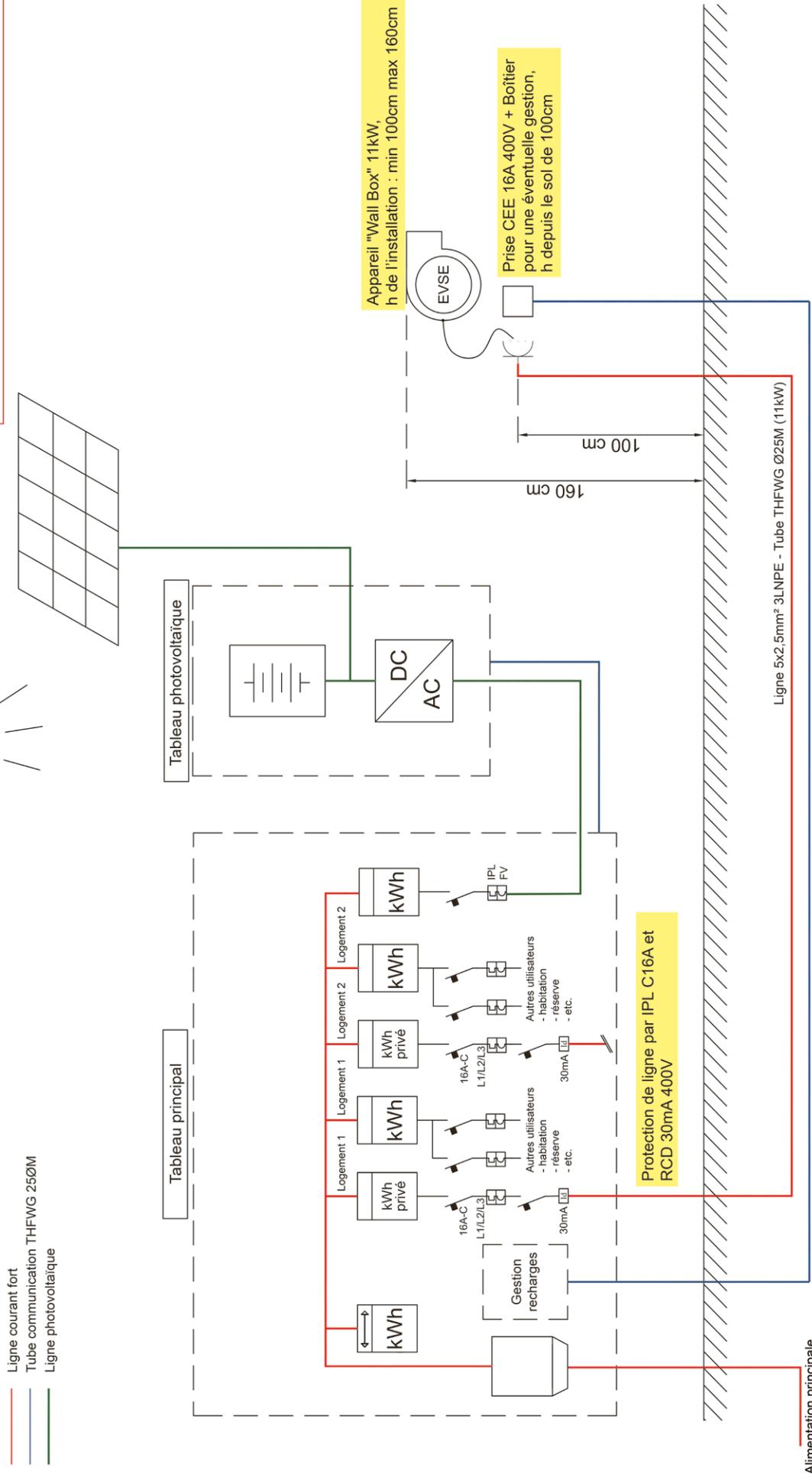
Protection de ligne par IPL C16A et RCD 30mA 230V

Ligne 3x2,5mm² 1LNPE - Tube THFWG Ø25M (3,7kW)

Alimentation principale

# F EXEMPLE D'INSTALLATION POUR LOGEMENT MULTIFAMILIAL AVEC PHOTOVOLTAÏQUE

Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.



**ifec**  
 IFEC ingegneria SA  
 Via Liscardo 9 - CH 6802 Rivera  
 T. +41 91 936 27 00  
 info@ifec.ch  
 www.ifec.ch



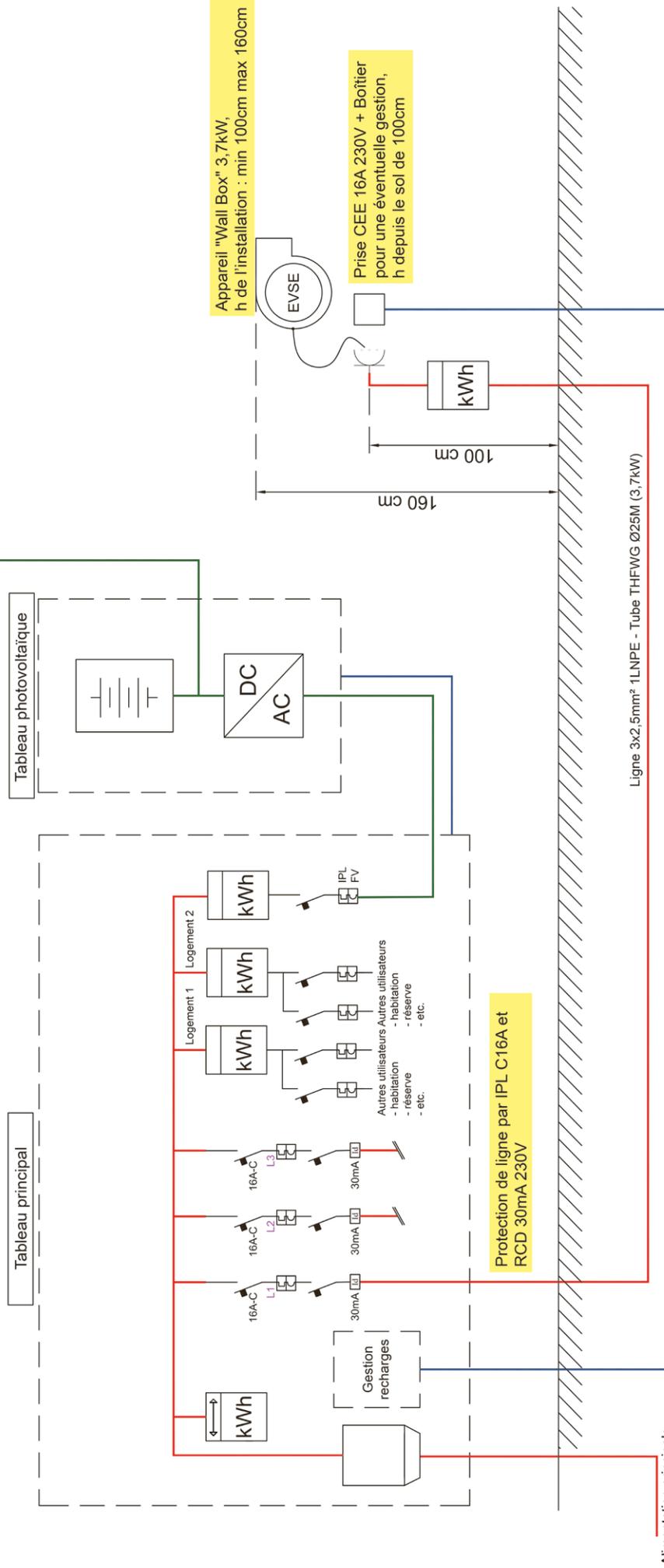
# G EXEMPLE D'INSTALLATION POUR LOGEMENT MULTIFAMILIAL AVEC PHOTOVOLTAÏQUE

Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.

- Ligne courant fort
- Tube communication THFWG 25ØM
- Ligne photovoltaïque



Toutes les recharges électriques alimentées par un système monophasé doivent être reliées en alternance

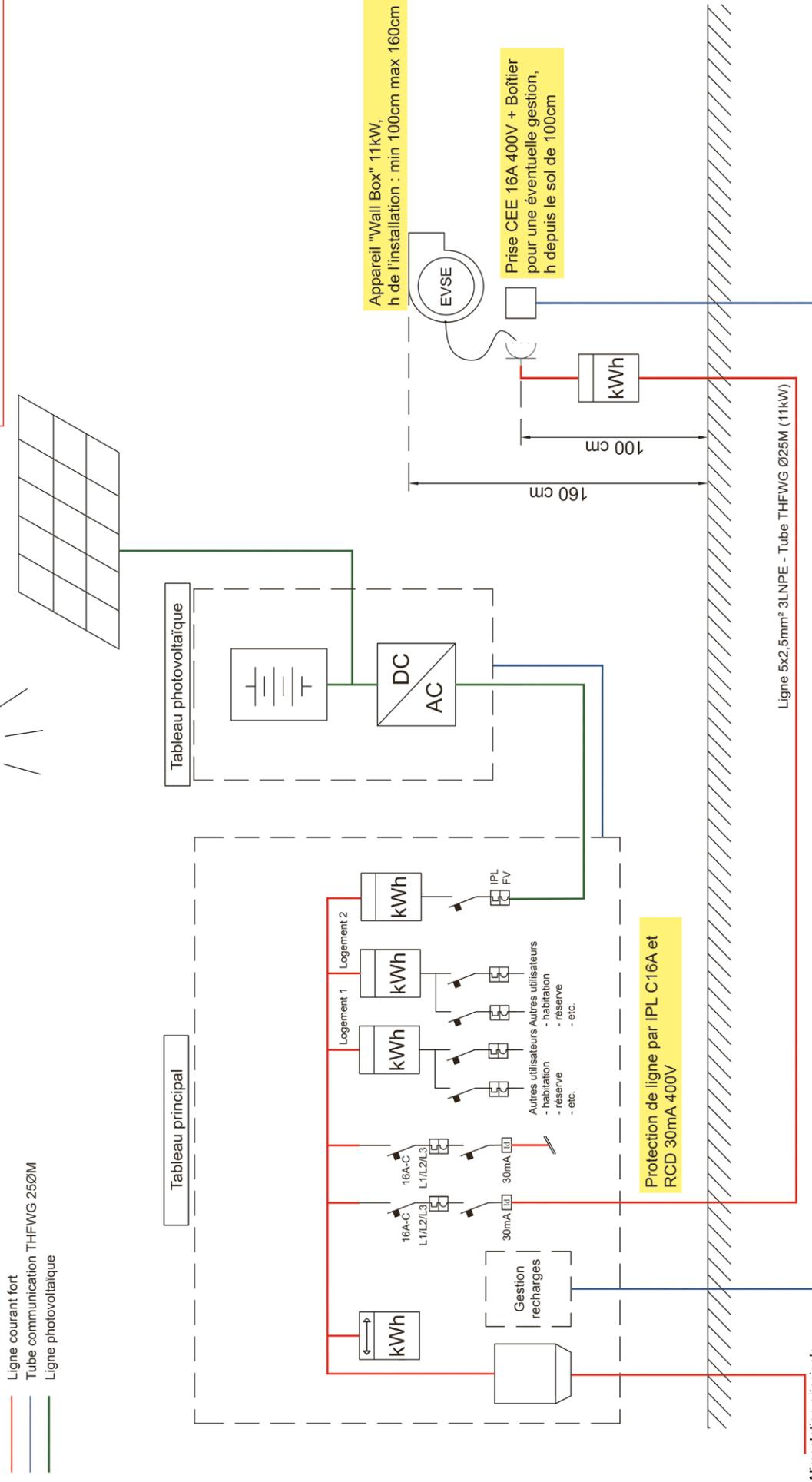


**ifec**  
 IFEC ingegneria SA  
 Via Liscardo 9 - CH 6802 Rivera  
 T. +41 91 936 27 00  
 info@ifec.ch  
 WWW.IFEC.CH



# H EXEMPLE D'INSTALLATION POUR LOGEMENT MULTIFAMILIAL AVEC PHOTOVOLTAÏQUE

Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.



**ifec**  
 IFEC ingegneria SA  
 Via Liscardo 9 - CH 6802 Rivera  
 T. +41 91 936 27 00  
 info@ifec.ch  
 WWW.IFEC.CH



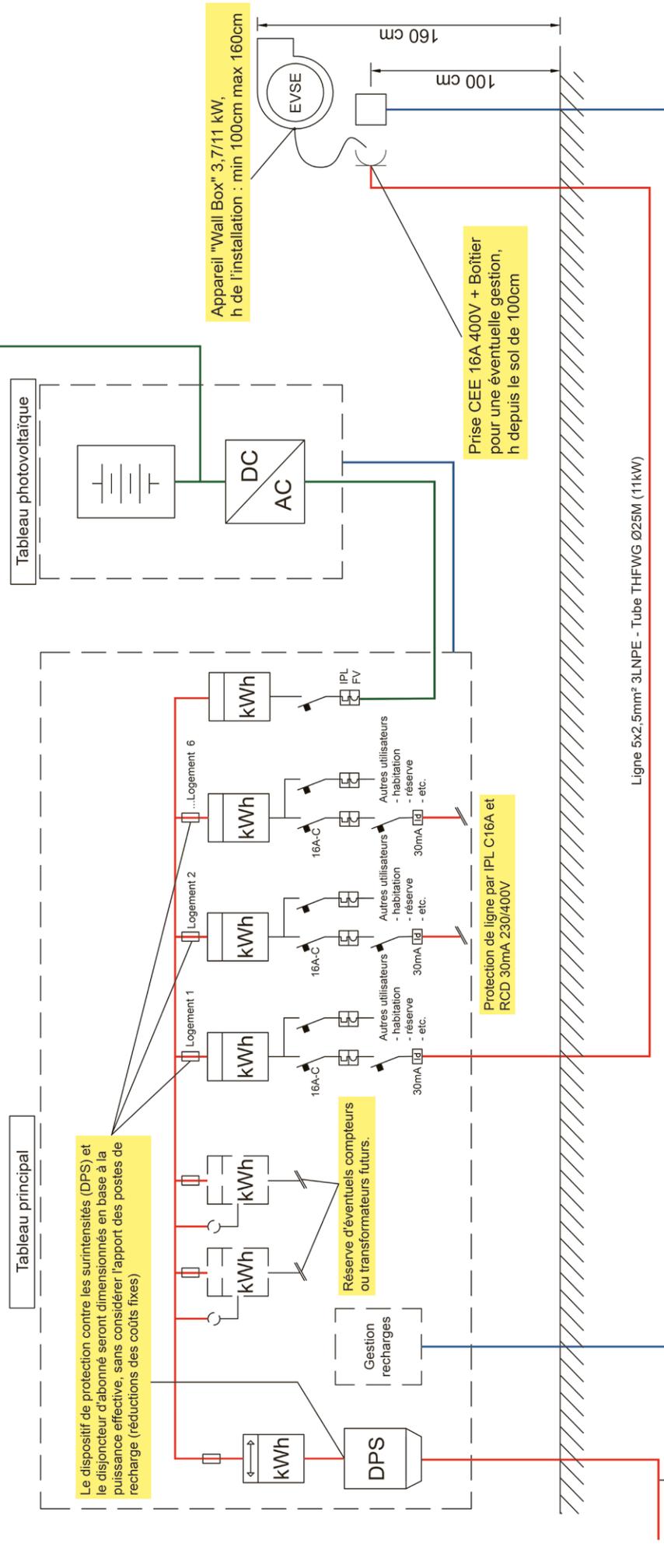
# EXEMPLE D'INSTALLATION POUR LOGEMENT MULTIFAMILIAL AVEC PHOTOVOLTAÏQUE

- Ligne courant fort
- Tube communication THFWG 25ØM
- Ligne photovoltaïque



Toutes les recharges électriques alimentées par un système monophasé doivent être reliées en alternance

Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.



Faire prévoir au gestionnaire de réseau les introductions nécessaires et la section exacte du cordon d'alimentation en fonction de la puissance prévue pour les bornes de recharge.

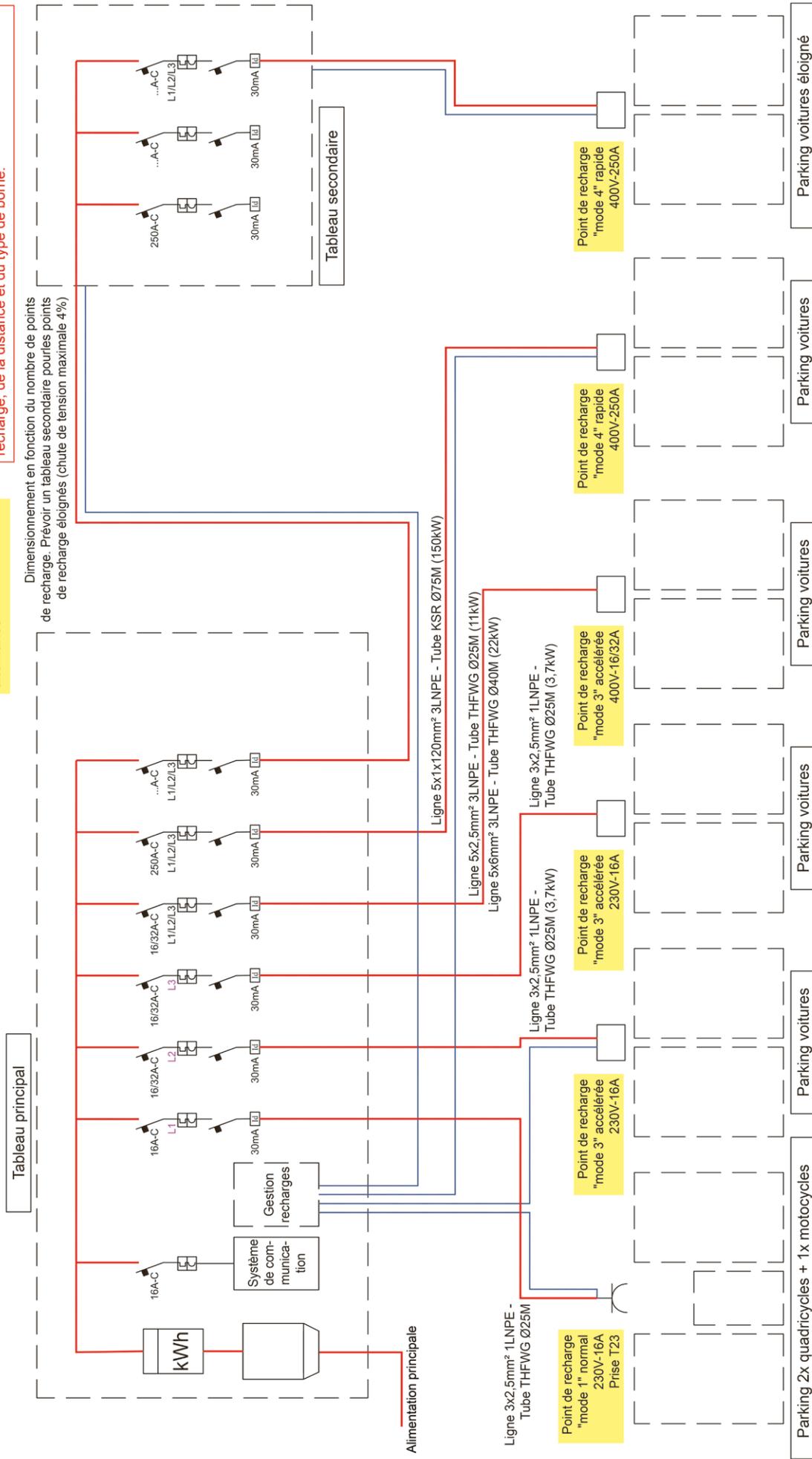
# EXEMPLE D'INSTALLATION POUR PARKING PUBLIC

— Ligne courant fort  
— Tube communication THFWG Ø250M



Toutes les recharges électriques alimentées par un système monophasé doivent être reliées en alternance

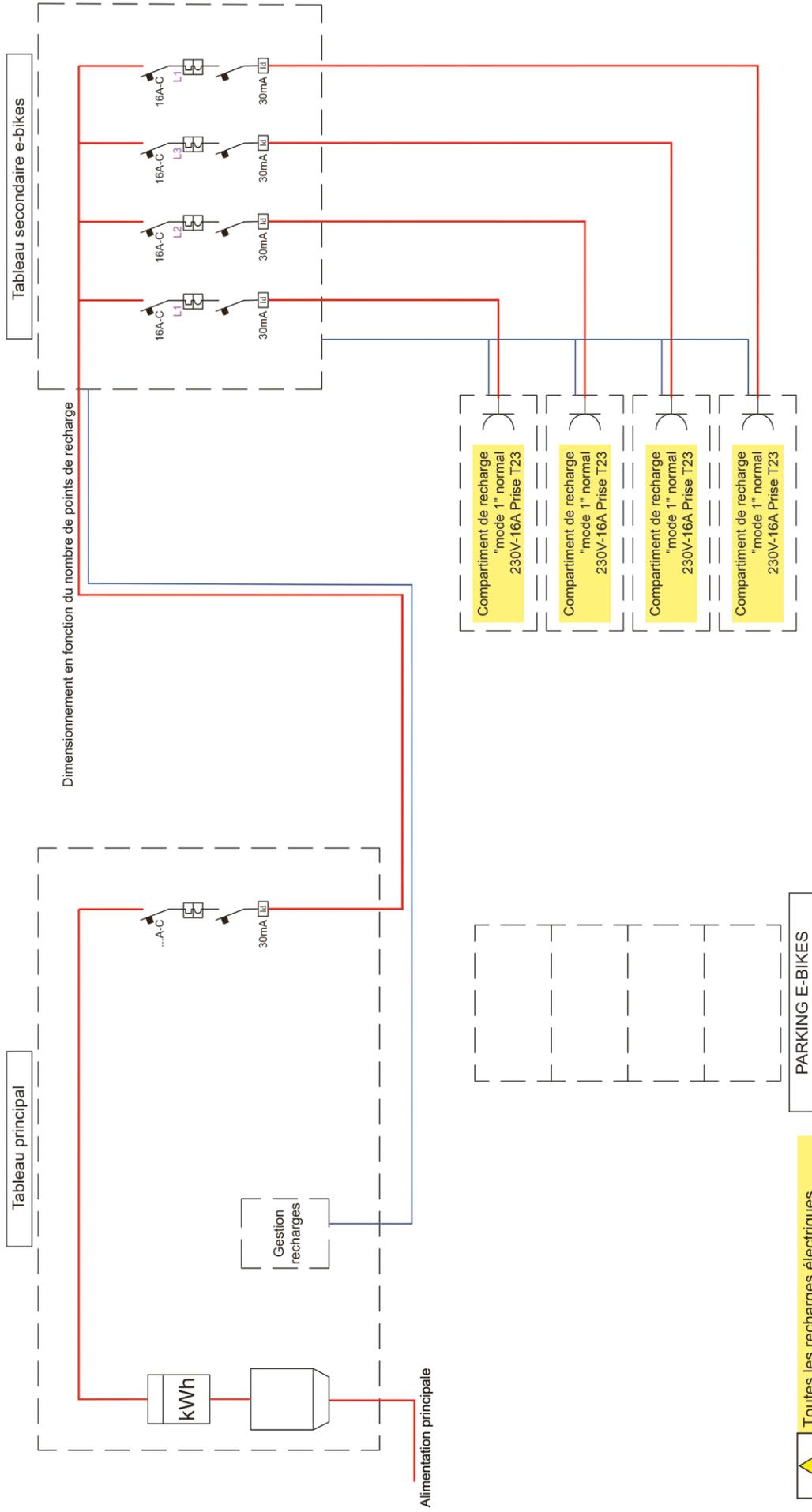
Le schéma est indiqué à titre d'exemple et est prévu pour la recharge à une distance <50m, avec une borne de recharge sans FI. Il faut savoir que toutes les caractéristiques de chacun des éléments du projet devront être dimensionnées en fonction de la puissance de recharge, de la distance et du type de borne.



Dimensionnement en fonction du nombre de points de recharge. Prévoir un tableau secondaire pour les points de recharge éloignés (chute de tension maximale 4%)

# M EXEMPLE D'INSTALLATION POUR PARKING PUBLIC D'E-BIKES

— Ligne courant fort  
— Tube communication THFWG 250M



 Toutes les recharges électriques alimentées par un système monophasé doivent être reliées en alternance

## VOUS SOUHAITEZ INSTALLER UNE INFRASTRUCTURE DE RECHARGE DE VOTRE VOITURE ÉLECTRIQUE POUR UN LOGEMENT LOCATIF OU UNE PROPRIÉTÉ PAR ÉTAGE?

### Vous devez savoir ce qui suit:

L'endroit le plus approprié pour recharger une voiture électrique est celui où le véhicule stationne le plus longtemps. Donc principalement à domicile. La Suisse est le pays des locataires et des propriétaires d'appartements (propriété par étage / PPE). Les voitures électriques stationnent souvent dans des parkings souterrains ou des garages séparés. Comment équiper ces places de parc d'infrastructures de recharge? Si vous êtes locataire de votre appartement ou si vous habitez en PPE, vous devez savoir ce qui suit:

### Pour les locataires:

- vous devez demander l'**accord du bailleur** ou de son représentant pour pouvoir installer une infrastructure de recharge. Il s'agit en règle générale d'une société de gestion.
- l'utilisation régulière d'électricité commune pour recharger la voiture n'est pas réglée contractuellement dans la grande majorité des cas. Vous avez donc besoin d'un **accord** non seulement pour l'installation d'une infrastructure de recharge, mais aussi pour la **consommation de courant électrique**.
- il est recommandé de se faire facturer l'électricité à un prix forfaitaire.
- il est également possible (mais plus cher) de faire installer un compteur ou de raccorder le chargeur au compteur de votre appartement ou de votre bien immobilier.
- **vous n'avez en principe pas droit à l'équipement** d'une place de parc ou à l'utilisation régulière d'une infrastructure de recharge existante si vous n'avez pas conclu de convention à ce sujet (art. 256 CO). Une solution peut généralement être trouvée si vous êtes prêt à assumer partiellement ou complètement les coûts.
- la société de gestion immobilière acceptera sans doute dans ces conditions de **renoncer au rétablissement de la situation antérieure** à la fin de la période de location, mais il est recommandé d'en convenir par écrit (art. 260a al. 2 CO).
- il est utile de soumettre au bailleur ou à la société de gestion **un dossier technique concernant l'infrastructure de recharge**. Indiquez en particulier la capacité (en kWh) de l'infrastructure de recharge. Demandez les documents nécessaires au fournisseur ou à l'installateur du chargeur.
- demandez au vendeur de la voiture électrique ou à l'installateur de faire une inspection à domicile afin de déterminer la meilleure solution de recharge pour votre véhicule.
- il est recommandé de faire déterminer la possibilité ou la nécessité d'un dispositif de **gestion** de la charge par le fournisseur ou l'installateur en collaboration avec l'électricien de l'immeuble. Les échanges entre ces parties ont généralement lieu au moment de l'attribution du mandat d'installation.



### Pour les personnes habitant en PPE:

- dans les immeubles en propriété par étage, les places de parc – contrairement aux box de garage séparés – ne font le plus souvent pas l’objet d’un droit spécial. Vous avez donc besoin du consentement de l’assemblée des propriétaires pour pouvoir installer une infrastructure de recharge.
- compte tenu de la propagation de la mobilité électrique, le raccordement électrique des places de garage peut être considéré comme une „**mesure nécessaire**“. De ce fait, vous avez besoin d’une décision prise par **la majorité des propriétaires**. Vous pouvez vous référer à cet effet à l’art. 647c CC.
- si l’installation d’une infrastructure de recharge n’est considérée que comme une „**mesure utile**“, vous avez besoin d’une décision prise par **la majorité des propriétaires** qui réunissent aussi la majorité de la valeur de l’immeuble (majorité des parts). Vous pouvez vous référer à cet effet à l’arrêt du Tribunal fédéral 5C.110/2001.
- même une modification de l’immeuble qui ne sert qu’un seul propriétaire en PPE peut être considérée comme „utile“ dans ce sens et a donc besoin de l’accord de la majorité des propriétaires qui réunissent aussi la majorité de la valeur de l’immeuble.
- si vous êtes seul à projeter l’installation d’une infrastructure de recharge, vous n’obtiendrez sans doute une décision majoritaire favorable que **si vous assumez tous les coûts de l’équipement**. Cela est d’ailleurs aussi prévu dans la loi (art. 712h al. 3 CC).
- si par la suite d’autres propriétaires en PPE souhaitent installer une infrastructure de recharge, il est pour le moins équitable qu’**ils participent aux frais initiaux que vous avez assumés**. Il est recommandé de procéder à une réglementation dans ce sens au moment de l’installation de la première infrastructure de recharge.
- si **l’équipement de garages faisant l’objet d’un droit spécial** exige des interventions sur des parties communes de l’immeuble, les autres propriétaires en PPE doivent tolérer le passage de conduites contre une indemnité (art. 691 CC).
- il est utile de présenter à l’assemblée des propriétaires un **dossier technique de l’infrastructure de recharge**. Relevez en particulier la capacité (en kWh) de l’infrastructure de recharge. Demandez les documents nécessaires au fournisseur ou à l’installateur de votre infrastructure de recharge.
- **préparez** pour l’assemblée des propriétaires **une proposition** dûment motivée et comprenant les conventions et réglementations à adopter.
- veillez à ce qu’en cas de vente de l’appartement ou de la propriété immobilière **les réglementations adoptées passent au nouveau propriétaire**.
- demandez au vendeur de la voiture électrique ou à l’installateur de faire une inspection à domicile afin de déterminer la meilleure solution de recharge pour votre véhicule.
- il est recommandé de faire déterminer la possibilité ou la nécessité d’un dispositif de **gestion de la charge** par le fournisseur ou l’installateur en collaboration avec l’électricien de l’immeuble. Les échanges entre ces parties ont généralement lieu au moment de l’attribution du mandat d’installation.







# Même pour



# le TCS vous aide.

**Avec les conseils indépendants en e-mobilité.**

Grâce à nos guides, nos conseils, nos outils et nos services tels que l'assistance téléphonique e-mobilité, nous facilitons le passage à l'e-mobilité à toute la Suisse.

[emobility.tcs.ch](http://emobility.tcs.ch)

Des questions sur  
l'e-mobilité ?  
0844 888 333



# charge@immo

pour une infrastructure de recharge évolutive



Durable ✓

À l'épreuve du temps ✓

Investissement optimisé ✓

Un fournisseur unique ✓



Energie 360° SA  
Téléphone +41 43 317 25 25 | [mobilitaet@energie360.ch](mailto:mobilitaet@energie360.ch)  
[e360.ag/e-mobilite-immo](https://e360.ag/e-mobilite-immo)

energie360°





# Le courant dans le réservoir

Nous croyons aux technologies du futur et promouvons par conséquent une mobilité intelligente. Optez vous aussi dès maintenant pour l'électromobilité et profitez des prestations de notre groupe.

# ENERGIE

energieberatungAARGAU –  
unabhängig und professionell

## Gut unterwegs mit dem eigenen Strom.

energieberatungAARGAU –  
eine Dienstleistung für Ratsuchende  
aus dem Kanton Aargau

Wir freuen uns auf Ihren Anruf: **062 835 45 40**  
Telefonische Beratung ist kostenlos.

Weitere Beratungsangebote und Informationen  
finden Sie unter [www.ag.ch/energieberatung](http://www.ag.ch/energieberatung)



**SIEMENS**

# Siemens, promoteur de l'électromobilité

Qu'il s'agisse des personnes ou des biens, le développement des véhicules électriques, de l'infrastructure de recharge et du management de l'énergie transforme le monde de la mobilité, tel que nous le connaissons. Siemens est un important promoteur de ce changement: avec ses clients, il améliore la technologie de propulsion et les solutions de recharge – pour l'avenir durable de l'électromobilité.

[siemens.ch/e-mobility](https://www.siemens.ch/e-mobility)



# charging solutions

from 3.7kW AC to 384 kW DC



 **caffé corretto system**

Up to 384kW DC charging power  
Charging voltage from 170-920V.  
Extremely compact user unit.



 **ristretto&charge**

Up to 384kW DC charging power  
Charging voltage from 170-920V.  
With integrated charging cable management.



 **espresso&charge**

Up to 165kW DC + 65kW AC  
for all vehicles. Charges up to  
four vehicles at the same time.



 **cappuccino&charge**

64kW DC, including dynamic  
load distribution, charges up to  
three vehicles at the same time.



 **coffee&charge**

Fast and easy with 20kW DC  
+ 22kW AC charging. Also  
available as a bidirectional  
charging station.



 **move&charge**

Plug & play 20kW DC +  
22kW AC charging. Optionally  
available as a 1000V variant  
with all DC plugs.



 **sospeso&charge**

Charge and discharge bi-  
directionally with 10kW DC  
and thus easily supply house  
or business with electricity  
from the electric vehicle.



 **sleep&charge**

Easy installation through  
CEE-plug. Safe and  
transparent AC charging  
with up to 22kW.



development & production  
in Kriens-Obernau



# FORTSCHRITTLICH MOBIL

**Die Mobilität auf den Strassen verursacht heute in der Schweiz rund einen Drittel aller CO<sub>2</sub>-Emissionen.**

Und entgegen der energie- und klimapolitischen Ziele steigen die Emissionen aus Treibstoffen in den letzten Jahren weiter an.

**Elektrofahrzeuge sind ein Teil der Lösung.**

Sie tragen dazu bei, die Nutzung fossiler Energien im Verkehrssektor zu reduzieren. Ihr emissionsfreier Betrieb produziert keine Abgase und birgt Potenzial zur Verbesserung der lokalen Luftqualität und Lärmbelastung.

**Die Ostschweizer Kantone wollen ihren Anteil an die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr leisten.**

Sie alle sind im Begriff effektive Instrumente zu eruiieren. Einzelne Kantone haben bereits mit Berichten das Potenzial der Elektromobilität für den kantonsspezifischen Siedlungsraum aufgezeigt, andere setzen schon Massnahmen um.

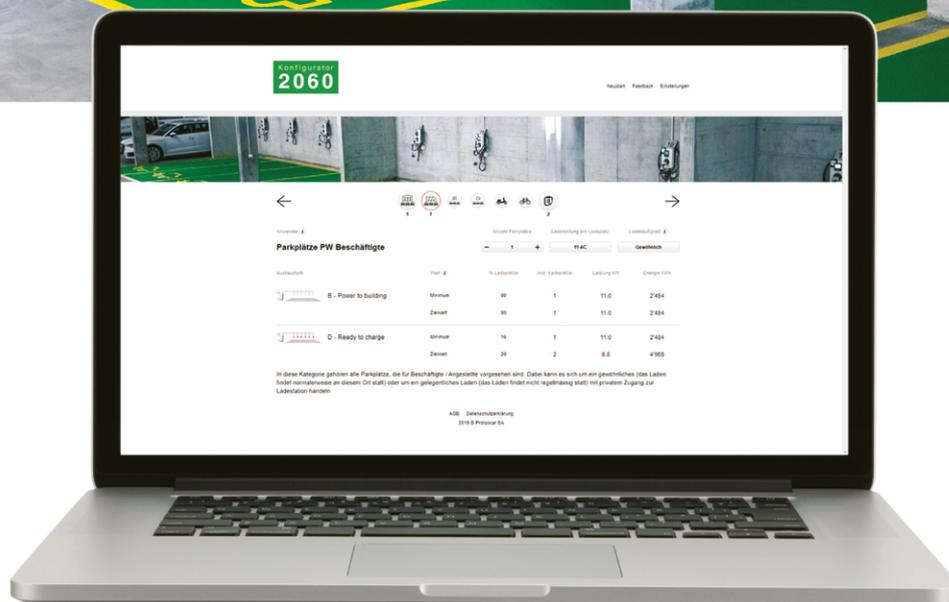
Eine Vorreiterrolle nimmt der Kanton Thurgau ein. Seit Anfang 2019 unterstützt er rein elektrische und mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge mit einer Umstiegsprämie, wenn der Autohalter 100 Prozent erneuerbaren Strom bezieht.

**Erkundigen Sie sich nach den Massnahmen der Elektromobilität in Ihrem Kanton.**

Energiefachstellen der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein



# Infrastructure pour les véhicules électriques dans les bâtiments



Le Configurateur 2060 permet de calculer en quelques étapes la solution de recharge qui correspond au mieux à votre bien immobilier tout en satisfaisant les recommandations du cahier technique SIA 2060.

[www.configurateur2060.ch](http://www.configurateur2060.ch)



# ABEON® für Stationen\*

**Tout regroupé: \*Planification,  
\*Réalisation, \*Exploitation.**

Nous vous fournissons des solutions complètes et clés en main de stations de charge pour les véhicules électriques.  
En savoir plus: [ewz.ch/ladeloesung](https://www.ewz.ch/ladeloesung)



Ce Guide s'adresse à tous ceux qui cherchent des informations sur comment :

- Recharger les véhicules électriques
- Calculer la puissance et l'énergie nécessaires à la recharge
- Préparer les nouveaux bâtiments à l'installation future de bornes de recharge
- Mettre en place l'installation électrique pour alimenter les bornes
- Installer les bornes de recharge
- Gérer les bornes du point de vue de la charge et des systèmes d'accès et de paiement

La rédaction du Guide suit les recommandations du cahier technique SIA 2060 Infrastructure pour véhicules électriques dans les bâtiments. Enrichi de nombreux diagrammes, tableaux, images et exemples pratiques pour faciliter son application, le Guide considère également les développements futurs de la technologie.

