



Livre Vert
sur les infrastructures de recharge
ouvertes au public
pour les véhicules « décarbonés »

Monsieur Louis NEGRE
Sénateur des Alpes-Maritimes

Maitrise d'ouvrage par Jean-Louis LEGRAND, Coordinateur interministériel véhicules « décarbonés »

Avril 2011

Table des matières

Lettre de mission du Premier Ministre François FILLON	2
Remarque liminaire	6
Introduction.....	7
a. Rappel du contexte.....	7
b. Faire du véhicule rechargeable un véhicule « décarboné »	7
c. Les objectifs et le périmètre du Livre Vert pour les infrastructures de charge accessibles au public	8
d. Avertissements	9
e. Les principales conclusions et recommandations du Livre Vert pour l'infrastructure de recharge ouverte au public	9
Partie I - Les aspects techniques	14
a. Aperçu des véhicules électriques et hybrides rechargeables, des enjeux relatifs à la batterie .	14
b. L'infrastructure de recharge : les recommandations techniques	18
c. L'infrastructure de recharge : les usages et configurations recommandées.....	23
d. Les enjeux relatifs au raccordement et au réseau électrique	26
e. La monétique : les enjeux et les solutions à moyen terme	27
f. Les services annexes	29
g. Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité	30
Partie II - Les aspects économique-juridiques.....	31
a. Le dimensionnement de l'infrastructure de recharge et la planification de son déploiement	31
b. Les frais d'établissement et d'exploitation de l'infrastructure de recharge	38
c. L'équilibre économique de l'infrastructure de recharge et la question de la tarification des usagers.....	41
d. Les enjeux en matière de flux de décaissement à l'échelle des 13 collectivités territoriales signataires de la Charte d'Avril 2010 et des 25 plus grandes agglomérations de France	44
e. Les modèles économiques possibles d'intervention des collectivités territoriales et leurs plans d'affaires chiffrés	45
Partie III – Les modalités d'intervention de l'Etat pour le déploiement de l'infrastructure de recharge .	53
Partie IV - Préconisations.....	55
Annexes	Erreur ! Signet non défini.
a. Caractéristiques des véhicules rechargeables devant être commercialisés d'ici 2013	57
b. Contribution du GIMELEC au Livre Vert.....	72
c. Cartographie de l'AFNOR	83
d. Contribution d'ERDF au Livre Vert	98
e. Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité	110
f. Document de synthèse de l'étude CVA sur les modèles économiques de l'infrastructure de charge ouverte au public	127
g. Plan national véhicules "décarbonés" du 1 ^{er} octobre 2009	188

Lettre de mission du Premier Ministre, François FILLON

Le Premier Ministre

Paris, le 9 SEP. 2010

1194 / 10 / SG

Monsieur le Sénateur,

Cher ami,

Avec le Grenelle de l'environnement, le Gouvernement a fait du développement des véhicules décarbonés une priorité importante de sa politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le Ministre d'État, Ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat, Jean-Louis BORLOO, et le Ministre chargé de l'industrie, Christian ESTROSI, ont présenté le 1^{er} octobre 2009 un plan national pour faire circuler deux millions de voitures électriques et hybrides rechargeables en 2020. Ce plan comporte 14 actions concrètes visant à intensifier l'effort de recherche, favoriser l'émergence de l'offre industrielle, stimuler la demande et déployer une infrastructure de recharge pour les véhicules décarbonés.

Les constructeurs nationaux, comme leurs concurrents étrangers, prévoient le lancement des véhicules électriques à la fin de l'année et des véhicules hybrides rechargeables d'ici 2012.

La diffusion massive et rapide des véhicules décarbonés pourrait nécessiter le déploiement d'infrastructures publiques de recharge accessibles en accompagnement de l'offre de la sphère privée. En effet si les bornes de recharge publiques représenteront sans doute moins de 10 % des prises, elles constituent un gage d'adhésion des futurs usagers du véhicule électrique.

Monsieur Louis NÈGRE
Sénateur des Alpes-Maritimes
SENAT
Palais du Luxembourg
15, rue de Vaugirard
75291 PARIS CEDEX 06

Les collectivités territoriales ont un rôle important à jouer. La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite Grenelle 2, a en effet confié la compétence du déploiement des infrastructures de recharge accessibles au public aux communes ainsi qu'à leurs groupements.

L'État doit pour sa part tenir un rôle moteur de stratège et d'accompagnateur. La loi de finances rectificative n°2010-237 du 11 mars 2010 a pris en compte l'importance de l'émergence du véhicule décarboné. Une partie des outils de financement qui en découlent pourrait ainsi être mobilisée pour conforter l'essor de cette nouvelle filière.

Les Ministres Jean-Louis BORLOO et Christian ESTROSI ont signé le 13 avril 2010 une charte avec les constructeurs automobiles PSA et Renault et douze collectivités territoriales « pilotes » mobilisées pour le déploiement, dès 2010, d'infrastructures publiques de recharge. L'État s'est engagé pour sa part à établir un cadre conceptuel et organisationnel essentiel pour le développement de ces infrastructures, sous la forme d'un Livre Vert.

Compte tenu de votre engagement en faveur du développement durable et en tant que Rapporteur du Grenelle 2, particulièrement impliqué dans les problématiques de transport, j'ai souhaité faire appel à vous pour animer la rédaction de ce Livre Vert qui doit permettre d'apporter toutes les réponses aux questions qui se posent pour un déploiement d'envergure sur le territoire national. Je vous en remercie vivement.

Il est essentiel que ce document puisse constituer un véritable guide pour assister les collectivités territoriales dans la mise en œuvre de leurs projets.

Afin de conduire cette étude, un décret vous nommera, en application de l'article L.O. 297 du code électoral, parlementaire en mission auprès du Ministre d'État, Ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat et du Ministre chargé de l'industrie.

Vous disposerez du concours et de l'appui des services compétents, notamment de la direction générale de l'énergie et du climat, de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, du Commissariat général au développement durable, du Centre technique de l'équipement de Lyon, de la direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services, de la direction générale des collectivités locales et des services du Commissaire général à l'investissement.

L'objectif du Livre Vert sera notamment de définir une vision partagée sur les points suivants :

- *le juste dimensionnement de l'infrastructure de recharge et la planification de son déploiement ;*
- *le raccordement au réseau électrique et les problématiques qui lui sont liées ;*
- *la standardisation technique des infrastructures ;*
- *les aspects réglementaires, notamment concernant la sécurité du stationnement et de la recharge ;*
- *les modèles économiques possibles d'intervention des collectivités territoriales ;*
- *la tarification des usagers ;*
- *l'intervention éventuelle de l'État dans l'équation économique en distinguant, en particulier, conception, phase de démarrage et extension industrielle à une plus large échelle ;*
- *tout autre point que vous jugeriez nécessaire de clarifier au vu de vos échanges avec les acteurs concernés.*

Je souhaite pouvoir disposer de vos conclusions pour le 30 novembre 2010, avec un rapport d'étape le 1^{er} octobre.

Je vous prie de croire, Monsieur le Sénateur, à l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

Dei t'ij
F. Fillon

François FILLON

Remarque liminaire

Ces travaux ont été réalisés sous la **présidence** du **Sénateur Louis Nègre**, avec le concours des **collectivités territoriales pilotes** signataires de la charte du 13 avril 2010.

Chaque collectivité était représentée par un binôme politique et technique : Jean-Pierre Saez et Vincent Sename (Pays d'Aix-en-Provence), Philippe Lavaud, Xavier Hurteau et Bernard Chillet (Grand Angoulême), Anne Walryck (Bordeaux), Marc Baietto et Gildas Bouffaud (Grenoble Alpes Métropole - Metro), Denis Leroy, Nicolas Morisset et Guillaume Baudoin (La Rochelle), Benoit Bied-Charreton et François Forterre (Le Havre), Laurent Garcia et Walter Menia (Grand Nancy), Véronique Paquis et Patrice Millet (Nice Côte d'Azur), Muriel Cheradame et Amandine Martel (Orléans Val de Loire), Annick Lepetit et Sylvain Marty (Syndicat Mixte Paris Autolib), Daniel Delaveau et Jean-Luc Moreau (Rennes Métropole), Frédéric Sanchez et Sébastien Pividal (Rouen-Elbeuf-Austreberthe - CREA), Alain Fontanel et Emmanuel Rouede (Strasbourg).

Les **acteurs économiques** signataires de la charte ont également apporté leur concours. Citons notamment : Thomas Orsini, Christophe Chevreton et Philippe Dupuy (Renault), Eric Choffel et Igor Demay (PSA), Gilles Bernard (ERDF), Michel Couture, Igor Czerny et son équipe (EDF), Jean Mesqui (Association Française des Sociétés d'Autoroute), François Le Vert (Fédération nationale des métiers du stationnement), Philippe Joguet (Fédération des entreprises du commerce et de la distribution).

D'autres acteurs économiques ont été consultés dans différents métiers : énergéticiens, gestionnaires de flottes, loueurs de véhicules, opérateurs de transport, commerce et distribution, stationnement, construction, travaux publics, équipementiers, fournisseurs d'infrastructures, exploitants de mobilier urbain, etc.

Différentes **entités publiques** ont été sollicitées. Citons entre autres : Alan Bryden (CGIET) pour le volet technique, Bruno Leboullenger (MINEFI) pour les aspects industriels, Frédéric Spagnou (CGI) pour le Programme Investissements d'Avenir (ex - grand emprunt), Patrick Coroller (ADEME), Willy Breda (DGEC) pour la monétique.

La **maitrise d'ouvrage** a été assurée par le coordinateur interministériel véhicules décarbonés, Jean-Louis Legrand, assisté de Olivier Teissier (CGDD du MEDDTL), Matthieu Crest et Christophe Ruiz (cabinet CVA).

Introduction

a. Rappel du contexte

Avec le Grenelle de l'environnement, le Gouvernement a fait du développement des véhicules « décarbonés » (véhicules rechargeables, 100% électriques – VE - ou hybrides rechargeables – VHR -) une priorité importante de sa politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le Ministre d'Etat, Ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la Mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat, Jean-Louis BORLOO, et le Ministre chargé de l'industrie, Christian ESTROSI, ont présenté le 1^{er} octobre 2009 un plan national (voir l'annexe g) pour faire circuler 2 millions de voitures électriques et hybrides rechargeables en 2020. Ce plan comporte 14 actions concrètes visant à intensifier l'effort de recherche, favoriser l'émergence de l'offre industrielle, stimuler la demande et déployer une infrastructure de recharge pour les véhicules « décarbonés ».

Les Collectivités territoriales ont un rôle important à jouer dans le déploiement de l'infrastructure de recharge. La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite Grenelle 2, a en effet confié la compétence du déploiement des infrastructures de recharge accessibles au public aux communes ainsi qu'à leurs groupements. En cas de carence de l'initiative privée sur ce champ d'activité, elles peuvent prendre l'initiative d'organiser ce service sur leur territoire selon les modalités de leur choix.

Les Ministres ont par ailleurs signé le 13 avril 2010 une charte avec les constructeurs automobiles PSA et Renault et treize¹ collectivités territoriales « pilotes » mobilisées pour le déploiement, dès 2011, d'infrastructures de recharge accessibles au public. L'Etat s'est engagé pour sa part à établir **un cadre conceptuel et organisationnel pour le développement de ces infrastructures**, sous la forme d'un Livre Vert.

Le 9 septembre 2010, le Premier Ministre chargeait d'une mission le Sénateur Louis NEGRE afin de produire ce document (voir la lettre reproduite pages 3 à 5).

La maîtrise d'ouvrage du présent rapport a été assurée par le coordinateur interministériel véhicules « décarbonés », Jean-Louis Legrand, selon l'organisation décrite en remarque liminaire page 6.

b. Faire du véhicule rechargeable un véhicule « décarboné »

Le déploiement des véhicules rechargeables et des infrastructures de recharge associées vise à répondre à plusieurs enjeux, au premier rang desquels la division par 4 des émissions de Gaz à Effet de Serre à l'horizon 2050, par rapport à leur niveau de 1990 (objectif dit du « facteur 4 »).

¹ La Rochelle, non représentée le 13 avril 2010, fait également partie des collectivités territoriales pilotes. Par ailleurs, Monaco s'est associé à la démarche ultérieurement.

Pour répondre à cet enjeu, une attention particulière devra être accordée :

- aux ressources énergétiques mobilisées pour alimenter le futur parc de véhicules rechargeables. Ainsi, il faudra **minimiser l'usage des ressources énergétiques émettrices de Gaz à Effet de Serre**, en ayant recours aux énergies peu ou pas émettrices. Cela se traduit notamment par (i) un juste calibrage de l'infrastructure de recharge accélérée et rapide, pour réduire le risque de concentration de la charge sur des heures de pointe, et (ii) des incitations tarifaires pour favoriser une recharge à puissance normale en heure creuse ;
- **à une compatibilité du déploiement de l'infrastructure de recharge avec les contraintes de gestion et de pilotage des réseaux de distribution d'électricité.** Le développement du marché des véhicules « décarbonés » aura effectivement un impact sur la gestion, l'architecture et le pilotage des réseaux de distribution électrique, le renforcement local de celui-ci et la gestion de la pointe de consommation électrique (notamment, la recharge rapide sur la courbe de recharge électrique aux heures de pointe). Il est par conséquent recommandé de faire un bilan de l'état des réseaux de distribution en coordination avec le gestionnaire local du réseau de distribution avant tout projet de déploiement de l'infrastructure de recharge afin de minimiser son impact.

c. Les objectifs et le périmètre du Livre Vert pour les infrastructures de charge accessibles au public

Le Livre Vert a pour ambition de constituer un guide destiné aux Collectivités territoriales dans la mise en œuvre de leur projet de déploiement de l'infrastructure de recharge dans les espaces « ouverts au public ² ».

Trois principaux volets sont inclus dans son périmètre :

- **Un volet technique**, présentant notamment les véhicules électriques et hybrides rechargeables devant être commercialisés d'ici à 2013 en France, les différentes solutions de recharge, ainsi que les principales recommandations en matière d'équipement et de déploiement de l'infrastructure de recharge publique ;
- **Un volet économique-juridique** présentant une vision partagée sur le dimensionnement de l'infrastructure de recharge et la planification de son déploiement pour une agglomération donnée, les éléments de coûts pour l'établissement et l'exploitation de celle-ci dans le temps, les modèles économiques possibles pour recouvrir ces coûts et organiser l'intervention des collectivités territoriales.

² A ce titre, l'équipement des espaces privés non ouverts au public (garages de maisons individuelles, parkings de copropriétés, parkings de flottes) ne sont considérés dans le présent document que dans leur impact sur le calibrage de l'infrastructure ouverte au publique.

- **Un volet concernant les modalités d'intervention financière de l'Etat.** Le déploiement des infrastructures de charge bénéficiera, en phase pilote, du soutien du Programme Investissements d'Avenir, dans le cadre des actions « villes de demain » et « véhicule du futur ».

L'écosystème des véhicules « décarbonés » étant aujourd'hui en émergence, **le Livre Vert sera naturellement amené à être modifié et enrichi** en fonction de l'évolution technique, économique ou réglementaire relative aux véhicules « décarbonés » et à leurs infrastructures de recharge, ainsi qu'en fonction des premiers retours d'expérience sur un secteur encore neuf.

d. Avertissements

(i) A des fins de précision dans l'analyse, la démarche adoptée ici, notamment pour le Volet Economique de ce livre, a consisté à choisir un cas concret d'agglomération (~ 500 000 habitants, un parc d'environ 275 000 véhicules thermiques en 2010) pour définir les règles de calibrage de l'infrastructure de recharge ouverte au public, les coûts liés à ce projet, et pour tester la pertinence et l'équilibre financier des modèles économiques envisageables. Une extrapolation, sur la base des données clefs pour calibrer les enjeux au sein des autres agglomérations pilotes, a été par la suite réalisée à partir des mêmes règles, afin de disposer de la meilleure estimation des besoins de financement au niveau national. Si cet exercice a permis d'évaluer de façon pertinente les modèles de commande publique les plus adéquats, et de calibrer les bons niveaux d'enjeux en termes de coûts, il n'en demeure pas moins que son objectif n'était pas de réaliser pour chaque agglomération signataire de la Charte le calibrage exact de son projet d'infrastructures. Cet exercice ne saurait dispenser chacune d'entre elles d'une étude *ad hoc*, visant à l'établissement de la structure détaillée de ce maillage d'infrastructures de recharge (le cahier des charges), en tenant compte de toutes les spécificités de leur territoire.

(ii) Chacun des modèles économiques présenté dans le cadre de ce document a fait l'objet d'une évaluation multicritères, dont un premier niveau d'évaluation juridique. Le Groupe de travail technique n'a toutefois pas eu l'opportunité d'assurer un exercice d'expertise juridique approfondi et complet sur la question de l'établissement de l'infrastructure de charge ouverte au public, quel que soit le champ considéré (sécurité, régularité de la commande publique etc.) Les principales questions ouvertes sont indiquées au lecteur. Les conclusions qui paraissent à ce stade conditionnées par une étude juridique plus aboutie sont identifiées.

e. Les principales conclusions et recommandations du Livre Vert pour l'infrastructure de recharge ouverte au public

Volet technique

D'ici 2013, la quasi-totalité des constructeurs automobiles dans le monde aura lancé un ou plusieurs modèles de véhicules rechargeables. En France, les premiers sont commercialisés au dernier trimestre 2010. Cette nouvelle génération de véhicules est rendue possible par l'apparition notamment de nouvelles technologies de batterie, plus stables et aux performances techniques plus élevées (autonomie, absence d'effet mémoire etc.).

Le développement de ce marché se caractérise aujourd'hui par de multiples initiatives des constructeurs dans le monde, pouvant se traduire par des performances et des caractéristiques de véhicules distinctes : véhicules 100% électriques vs. hybrides rechargeables, recharge à courant alternatif vs. recharge à courant continu, compatibilité ou non avec certains paliers de puissance de recharge. Tandis que trois paliers de puissance de recharge se distinguent aujourd'hui - la recharge normale ($\sim 3\text{kVA}^3$), la recharge accélérée ($\sim 22\text{kVA}$) et la recharge rapide ($\sim 43\text{kVA}$) - tous les véhicules ne sont pas compatibles avec la recharge accélérée, et deux technologies coexistent pour la recharge rapide (courant continu et courant alternatif).

Aussi, afin d'avoir des infrastructures de recharge **compatibles avec le plus grand nombre de technologies et de catégories de véhicules (véhicules électriques de première génération, quadricycles, scooters, véhicules hybrides rechargeables etc.)**, il est recommandé :

- **pour la recharge normale ($\sim 3\text{kVA}$)**, deux catégories de socles de prise présents sur chaque borne : type E/F et 62196-2 Type-3, celles-ci étant les seules compatibles avec la réglementation française aujourd'hui ;
- **que les bornes de charge accélérée ($\sim 22\text{kVA}$), puissent aussi délivrer du 3 kVA** aux véhicules non compatibles avec ce type de recharge. Dans ce cadre, les socles de prise pour les bornes de charge accélérée devront proposer deux types de socles de prise (Type E/F et 62196-2 Type 3) ;
- que pour les bornes de recharge normale et accélérée, le **câble soit nomade** (non attaché à la borne), sauf conditions d'usage très particulières (ex. usage quasi privatif etc.) ;
- enfin, **pour la recharge rapide ($\sim 43\text{kVA}$)**, la présence de deux câbles attachés à la borne, l'un pour délivrer du courant continu, l'autre du courant alternatif.

D'un point de vue des usages : **la recharge normale (3kVA) est le type de recharge à systématiquement privilégié**. Elle s'impose notamment pour les places de stationnement dit « principal », sur lesquelles les véhicules rechargeables stationnent pendant de longues durées et peuvent assurer la majorité de leur recharge électrique (~ 90 à 95% selon les premières expérimentations). **Les autres types de recharge (accélérée et rapide) sont des recharges de « confort » ou d'appoint**, jouant un rôle important pour le décollage du marché de par leur fonction de « réassurance » pour les usagers, mais devant rester minoritaires voire exceptionnelles, pour des raisons de coûts et d'impact environnemental (risque accru de déplacement de la charge sur les pointes carbonées).

Par ailleurs, quelle que soit la nature ou la configuration des stations, le projet d'aménagement de l'infrastructure doit être conduit en concertation avec le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité (GRD) local pour trouver la meilleure adéquation entre les besoins et les situations des réseaux de distribution électrique, et lui permettre de planifier les renforcements en fonction d'une prévision raisonnable de l'utilisation des bornes.

³ kVA = kilo Volt Ampère – Unité de mesure pour la puissance de charge.

Le GRD aura à l'avenir aussi un rôle important à jouer pour permettre un paiement aisé, « sans frontière », évitant au client d'avoir à gérer des modalités de paiement différentes selon les gestionnaires locaux des points de recharge, un système d'itinérance analogue à la téléphonie mobile (« *roaming* ») étant à l'étude. La mise en place de cette itinérance nécessite que l'interopérabilité sans frontière des bornes soit organisée, et notamment que, dès les premières installations, **toutes les bornes soient répertoriées au plan national avec identification de leur gestionnaire.**

En attendant, des solutions de paiement simples doivent être envisagées telles que des lecteurs RFID⁴ et NFC⁵ (par anticipation) ou encore la possibilité d'accéder au service de recharge par téléphone mobile.

Le paiement par carte bancaire classique à contact n'est en revanche pas recommandé pour des raisons de coût.

Volet économique-juridique

Les conclusions du volet économique-juridique du Livre Vert s'appuient sur une étude menée à l'échelle d'un projet d'agglomération, pour établir un calibrage précis de l'infrastructure de recharge publique, des coûts liés, et des modèles de revenus envisageables, pour ensuite évaluer les enjeux liés à la mise en place de celle-ci à une échelle nationale, et les règles d'intervention de l'Etat dans ce cadre. Les principaux résultats sont les suivants :

- sur la base du plan national pour les véhicules décarbonés d'octobre 2009, la pénétration des véhicules rechargeables dans le parc automobile devrait être de l'ordre de 1,2% en 2015 et 5% en 2020. Ceci représente pour une agglomération de 500 000 habitants et un parc d'environ 275 000 véhicules, un parc de 3 300 véhicules rechargeables à horizon 2015 et environ 15 000 en 2020, dont il faudra satisfaire les besoins de recharge.
- La détermination des besoins en nombre de points de charge (PDC) s'est établie sur les principes suivants : **(i) une distinction entre les besoins de charge principale sur espace ouvert au public, et les besoins de charge secondaire de l'ensemble du parc de véhicules rechargeables.** Les besoins de charge principale en espace public concernent les véhicules dont le lieu de stationnement principal de nuit est sur espace public, et qui dès lors tirent une partie substantielle (~ 90%) de leur recharge sur ces lieux. Pour satisfaire les besoins de charge de ces véhicules, le principe « un PDC, un véhicule » a été adopté. De même que les véhicules se chargeant principalement en garage privé auront leur PDC, il est considéré qu'il faudrait offrir le même ratio de points de charge aux véhicules se chargeant principalement en espace public si l'on veut voir ces usagers se tourner vers les VEx. **(ii) Le calibrage des besoins en recharge secondaire** (besoins de flexibilité, kilomètres additionnels, dépannage / réassurance pour l'ensemble des utilisateurs de VEx), a considéré à la fois des questions de distribution des **appels de charge par lieu et niveaux de puissance, pour identifier les pics d'appel** d'électricité, et des considérations géographiques de variation de la fréquentation d'un espace dans la journée et de maillage suffisant du territoire.

⁴ Radio Frequency Identification

⁵ Near Field Communication

- Pour les 25 plus grandes agglomérations de France⁶, ces principes impliquent le déploiement de ~7 000 points de charge ouverts au public en 2011 et ~ 44 000 points de charge ouverts au public en 2014, **dont 50% sont destinés à la charge principale en espace public** (en charge normale à 3 kVA), si la collectivité souhaite adresser les besoins des usagers se chargeant principalement en espace public. Lorsque l'on considère l'ensemble des points de charge à installer pour satisfaire les besoins, y compris sur les espaces privés, ceci représente un ratio moyen d'environ 1,1 PDC par véhicule (ou 2,1, selon que l'on considère ou non l'installation de PDC pour la charge principale sur les lieux de travail, en plus du lieu de charge principal de nuit).
- Les coûts d'établissement par PDC comprennent les frais de matériel électrique, de génie civil, d'ingénierie projet et la part du raccordement au réseau public de distribution d'électricité reportée sur le demandeur. Les économies d'échelle observées sont fortes et dépendent du taux de foisonnement des PDCs (nombre de PDCs ou de places de stationnement desservies à partir d'un même point de raccordement au réseau de distribution d'électricité). Les coûts peuvent aller de 4.000 € à 9.000 € par PDC (tous frais pris en compte) en 2011 pour des prises de 3KVA, selon que l'on desserve 2 PDCs à partir d'une borne, ou 12 PDCs. Par ailleurs, les prix sont croissants avec le niveau de puissance.
- A l'échelle des 25 plus grandes agglomérations de France, ceci implique un flux de coûts (investissements + opérations) de l'ordre de 45 M€ en 2011 et 300 M€ en 2014 pour l'établissement du projet.
- Prix d'équilibre (pour les coûts d'infrastructures seuls) : si les frais d'infrastructure de recharge devaient être supportés intégralement par le client final, il faudrait alors leur faire payer - pour chaque « plein » de 25 kWh – des prix compris entre 13 € pour une borne à 3 kVA en charge normale et 36 € pour une borne de charge rapide à 43 kVA - auxquels pourrait s'ajouter le coût de l'électricité estimé à environ 2€ pour ce même plein.
- Lorsque l'on reporte l'ensemble de ces frais d'infrastructures sur le client final, il apparaît donc, au moins sur les premières années de démarrage du marché, que les frais d'infrastructures viennent en partie grever la compétitivité du véhicule rechargeable par rapport au véhicule thermique, et qu'il est difficile de faire reposer l'intégralité du financement de l'infrastructure publique sur le client final. Ces **frais peuvent être très significatifs** (environ 9000 € sur 8 ans) pour les **usagers qui stationnent de façon principale sur espace public (notamment voirie)**. Cet élément doit être considéré par les collectivités territoriales dans le calibrage de l'infrastructure de recharge et la hiérarchisation des segments de clientèle à desservir en premier. **A cet égard la recharge partagée pourrait apparaître plus prioritaire et économiquement plus efficace pour le décollage du marché que la recharge principale dans le domaine public, à développer dans un second temps.**
- En conséquence, le prix pour le client final doit être davantage considéré sur le démarrage du marché comme un signal tarifaire reflétant les différences de coûts entre les niveaux de charge, que comme le principal moyen de financement.

⁶ Y compris l'agglomération parisienne.

Traduits pour les 13 collectivités territoriales ayant signé la Charte en avril 2013⁷, ces principes impliquent l'installation de 26 000 points de charge ouverts au public à horizon 2015 et 180 M€ de flux de décaissement à cette date (coûts d'investissement et d'opération).

Concernant **l'identification des modèles économiques les plus pertinents pour la mise en place d'infrastructures de charge ouvertes au public** : il faut tenir compte de la diversité des espaces de stationnement, et notamment de leur mode de gestion, ainsi que de l'impossibilité de faire reposer l'intégralité du financement sur le client final.

Trois grands types d'espaces ont été considérés dans l'analyse : les espaces de stationnement publics gérés par un concessionnaire (de type Vinci Park, Effia, Q-Park, etc.) ; les espaces de stationnement en domaine public gérés directement par la collectivité dans le cadre d'une régie ; et les espaces privés ouverts au public (espaces privés ouverts au public en sous-concession - stations-service sur des aires d'autoroute -, ou espaces privés ouverts au public, propriété de personnes privées - parkings d'hypermarché, stations-services en ville...). **Plus de onze modèles juridico-économiques ont été identifiés** pour ces trois types d'espace de recharge possibles et ont été évalués à la lumière de différents critères (juridiques, économiques, performance logistique, justice économique etc.).

Trois modèles économiques et de modes d'intervention des collectivités ont été retenus comme particulièrement pertinents pour le déploiement et le financement d'infrastructures de recharge publiques au démarrage du marché, pour peu que l'initiative d'opérateurs privés fasse défaut.

- **Le modèle d'avenant au contrat de Délégation de Service Public (DSP), dans le cas d'espaces de stationnement publics gérés par un concessionnaire (en ouvrage ou voirie)** : ce modèle consisterait à négocier un avenant au contrat de DSP avec le concessionnaire, pour que celui-ci intègre l'installation et l'exploitation de points de charge publics dans le périmètre de son service. Les surcoûts liés peuvent donner lieu à compensation, négociée avec le concessionnaire, le levier ici envisagé étant d'allonger la durée du contrat du montant nécessaire pour recouvrir les frais d'établissement et d'exploitation du service. La validité de ce modèle est toutefois conditionnée par le fait de ne pas introduire de trop fortes distorsions de concurrence du fait de l'octroi de compensations, et par la capacité à faire reposer une part du financement du service sur des personnes qui n'en sont pas les usagers (les véhicules thermiques), dans le cadre d'une DSP.
- **Le modèle du Partenariat Public Privé (PPP), dans le cas d'espaces de stationnement publics en régie directe (voirie ou parkings en ouvrage), et des espaces privés ouverts (si carence de l'initiative du propriétaire de l'espace)**. Le modèle le plus pertinent consiste pour la collectivité à lancer un appel d'offres sous la forme d'un PPP, pour l'équipement d'un ou plusieurs lots d'infrastructures publiques sur son territoire et dans le temps. Le signal tarifaire appliqué au client final doit faire l'objet d'une récupération intégrale reversée à la collectivité à titre de retour sur investissement, hors accords spécifiques de « bonus / malus » rémunérant la performance de l'opérateur.

⁷ Auxquelles nous ajoutons Monaco qui s'est ralliée à l'initiative.

- **Le modèle de l'intervention via la création d'une personne morale ad hoc – la Société Publique Locale (SPL).** Ce modèle consiste pour plusieurs collectivités à se regrouper dans une Société qui devient porteuse du financement, du développement, et de la propriété du réseau d'infrastructures de recharge public. Celle-ci peut intervenir sur les espaces publics comme les espaces privés ouverts, si les propriétaires de ceux-ci ne prennent pas l'initiative de créer le service.

Le modèle consistant à mettre en place un service de mobilité électrique (véhicules électriques en libre-service) dans le cadre d'une DSP associant l'établissement et l'exploitation de PDC ouverts au public sur les stations dédiées au service d'auto-partage présente deux intérêts majeurs. D'abord la capacité à exploiter de fortes économies d'échelle avec les travaux de mise en place des stations ; ensuite la concordance entre le lancement de ce service de mobilité à forte visibilité et des points de charge destinés aux véhicules propriétaires, ce qui améliore l'effort de communication autour de l'existence du service. En revanche, il ne nous semble pas pouvoir constituer le seul mode d'établissement de PDC ouverts au public, du fait de l'impossibilité de financements croisés dans le cadre d'une DSP : l'opérateur du service de mobilité ne peut faire reposer une partie de l'équilibre financier du service de recharge ouvert au public sur les usagers du service d'auto-partage. Pour des montants d'investissement importants, la distinction d'un lot séparé en PPP ou marché public semble plus opportune.

Partie I - Les aspects techniques

a. Aperçu des véhicules électriques et hybrides rechargeables et des enjeux relatifs à la batterie

Les véhicules 100% électriques et hybrides rechargeables

On distingue aujourd'hui deux principales technologies pour les véhicules rechargeables : les véhicules 100% électriques (VE) et les véhicules hybrides rechargeables (VHR).

Tandis que les VE s'appuient exclusivement sur un moteur électrique, les VHR ont deux moteurs, l'un électrique, l'autre thermique, ce dernier étant remis en route lorsque les batteries sont épuisées ou au-delà d'une certaine vitesse.

La capacité de la batterie est de ce fait généralement plus importante pour les VE (de 7kWh pour des petits véhicules à usage quasi exclusivement urbain à 25 kWh - voire plus - pour des berlines familiales) que pour les VHR (5 à 7 kWh en moyenne).

De nombreux constructeurs envisagent le lancement de VE et de VHR d'ici à la fin 2011, les premiers véhicules devant être commercialisés en France prochainement.

Si tous les véhicules sont relativement homogènes en ce qui concerne la recharge normale (palier à ~ 3kVA), ils peuvent avoir des caractéristiques différentes pour les niveaux de puissance plus importants ou le type de courant accepté (alternatif ou continu).

Caractéristiques des principaux modèles de VE/VHR devant être lancés d'ici 2013 (non exhaustif)										
Techno.	Marque	Modèle	Type	Date	Autonomie	Batterie	Vitesse maximale	Recharge admise ⁸		
								CN	CA ⁹	CR
VE	Renault	Kangoo ZE	Utilitaire léger	Mi 2011	160 km	Li Ion	135 km/h	X	X	X
		Fluence ZE	Berline familiale	Mi 2011	160 km	Li Ion	135 km/h	X	X	X
		Zoé	Berline compacte	Mi 2012	160km	Li Ion	130km/h	X	X	X
		Twizy	Quadricycle	Mi 2011	100 km	Li-ion	75 km/h	X		
	Nissan	Leaf	Berline	Mi 2011	160 km	Li Ion	140 Km/h	X		X
	Peugeot Citroën	Peugeot Ion	Véhicule urbain	S2 2010	150 km	Li Ion	130 km/h	X		X
		Peugeot Partner Elec. Venturi	Utilitaire léger	S2 2010	120 km	Ni Cl Na	110 km/h	X		
		Citroën C-zero	Véhicule urbain	S2 2010	130 km	Li Ion	130 km/h	X		X
		Citroën Berlingo Elec. Venturi	Utilitaire léger	S2 2010	120 km	Ni Cl Na	110 km/h	X		
	Heuliez	Mia	Véhicule urbain	Mi 2011	90 km	Li Pho Fe	110 km/h	X		
	Bolloré	Bluecar	Véhicule urbain	Mi 2011	150 à 250 km	LMP	130 km/h	X		
	Volvo	C30	Berline	S2 2010	150 km	Li Ion	130 km/h	X		
	Volkswagen	Blue-e-motion	Véhicule urbain	2013	130 km	Li Ion	135 km/h	X		X
Daimler	Smart fortwo	Véhicule urbain	2009	135 km	Li Ion	100 km/h	X			
VHR	Peugeot	3008 / 5008	Monospace	Demo 2012	20 km en électrique	Li Ion	200 km/h	X		
	Opel	Ampera	Berline	Prod. 2011	60 km en électrique pur	Li Ion	161 km/h	X		

Figure 1

Les autres catégories de transport individuel électrique

Au-delà des véhicules électriques et hybrides rechargeables, d'autres moyens de transport individuels électriques apparaissent actuellement sur le marché français (quadricycles, scooters, vélos etc.).

Caractéristiques des principaux modèles de transport individuel électrique devant être lancés d'ici 2011 (non exhaustif)									
Catégorie	Marque	Modèle	Date	Autonomie	Batterie	Vitesse maximale	Type de recharge admis		
							CN	CA	CR
Scooters	Peugeot	E-vivacity	S1 2011	60 km	Li Ion	45 km/h	X		
Vélos	Peugeot	N.C.	Déjà en série	80 km	Li Ion	25 km/h (vitesse d'assistance)	X		
Quadricycle	Renault	Twizy	S2 2011	100 km	Li Ion	75 km/h	X		

Figure 2

⁸ Voir point b. pour une définition des paliers techniques de puissance. CN = Charge normale (3 kVA) ; CA = Charge accélérée (22 kVA) et CR = Charge rapide (43 kVA).

⁹ Disponibilité de ce type de charge sur les véhicules annoncée à partir de 2012 uniquement par les constructeurs.

Les enjeux liés à la batterie et à sa gestion

La grande majorité des constructeurs automobiles a choisi la technologie lithium ion (l'électrolyte pouvant être liquide, ou solide tel Bolloré – Batscap, et les électrodes pouvant être très variées) en raison d'une plus forte densité d'énergie par rapport aux technologies précédentes (plomb acide, nickel hydrure, nickel cadmium). Cette batterie a aussi l'avantage d'éviter les problèmes de « mémoire » rencontrés sur la génération précédente, facilitant la gestion de la recharge et permettant une plus grande autonomie pour une même masse. Les objectifs de durée de vie sont de l'ordre de 10 ans.

La sécurité de la batterie et les autres enjeux de sécurité

Les constructeurs ont entrepris des recherches approfondies pour pouvoir aujourd'hui livrer des produits fiables et sûrs. Les principaux risques liés à la batterie ont pour origine d'éventuels problèmes de surcharge des cellules, des courts circuits internes, ou le crash du véhicule dans des conditions très spécifiques. L'effet initial de ces problèmes serait - dans des cas extrêmes - une augmentation importante de la température pouvant entraîner l'émission de gaz toxiques et leur inflammation.

Toutefois, à l'issue des nombreux 'crash tests' effectués par les constructeurs, rien ne permet de penser que les risques d'inflammation des véhicules électriques sont plus importants que ceux d'un véhicule thermique aujourd'hui.

Mais la filière des véhicules électriques et hybrides rechargeables est cependant en train de changer d'échelle.

Avec l'augmentation significative de la densité d'énergie contenue dans les batteries, la possibilité d'incidents doit être examinée et les risques éventuellement identifiés et maîtrisés. Il est en effet indispensable pour un développement pérenne de la filière de s'assurer que l'ensemble des risques potentiels soit convenablement traité. De façon générale, la prise en compte des risques dans le développement d'une filière est davantage aisée à intégrer quand ils sont traités en amont du développement à grande échelle.

Par ailleurs, la constitution des comités suivants permet donc d'appréhender au mieux les risques liés à la batterie aujourd'hui, tout au long du cycle de vie, de la conception au recyclage, tels que :

- le Groupe de Travail UTAC/INERIS piloté par le MEDDTL (DGEC / DGPR), qui a été mis en place afin d'identifier et analyser l'ensemble des risques liés à la filière Véhicule Electrique, dont la batterie. Les points qui nécessitent une attention particulière sont la gestion automatique de la charge rapide, la qualité des installations électriques des particuliers pour la charge à domicile, l'intervention des services de secours après accident.
- l'INERIS qui développe actuellement avec le secteur industriel un dispositif volontaire (certification « ELLICERT ») pour la sécurité des batteries notamment destinées au VE et VHR.

- enfin, un groupe d'experts au sein du Groupe de Travail GRSP (Global Road Safety Partnership) de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies qui devrait prochainement proposer un cadre réglementaire.

Le recyclage de la batterie

Le recyclage des batteries est lié à une réglementation : la Directive Européenne n°2006/66 et son décret d'application français n°2009-1139.

Cette directive s'applique à tous les types de piles et accumulateurs et encourage un niveau élevé de collecte et de recyclage des déchets de piles et accumulateurs ainsi qu'une amélioration de la performance environnementale de tous les acteurs (producteurs, distributeurs et utilisateurs finaux), en particulier ceux qui participent directement aux activités de traitement et de recyclage des déchets. Aussi, cette directive distingue les batteries par « types d'utilisation » et non par technologies (plomb, lithium, ...).

Des avancées significatives existent aujourd'hui pour la constitution d'une filière des batteries de technologie lithium avec les principaux recycleurs, à l'image du récent accord entre Toyota France et SNAM. De même, la « stratégie européenne pour des véhicules propres et économes en énergie », publiée le 26 avril 2010 par la Commission européenne, souhaite quant à elle « encourager des programmes de recherche européens sur le recyclage et la réutilisation des batteries ».

La seconde vie de la batterie

La démarche de seconde vie a pour but de valoriser techniquement et économiquement les batteries de traction qui ne sont plus utilisables pour les applications des véhicules électriques et hybrides rechargeables, mais qui conservent des performances pouvant satisfaire d'autres applications, tels que les réservoirs d'énergie pour des applications stationnaires.

Les pouvoirs publics, constructeurs automobiles, fabricants de batteries, ont initié une étude (pilotée par l'ADEME) dans le but de :

- déterminer les caractéristiques de fin d'utilisation des batteries dans les véhicules électriques et hybrides rechargeables ;
- identifier les usages possibles en seconde vie ;
- évaluer les contraintes de reconditionnement en fonction des usages identifiés ;
- définir les conditions de viabilité technique, économique et environnementale de reconversion des batteries des véhicules électriques et hybrides rechargeables, pour les applications identifiées.

Par ailleurs, les constructeurs automobiles et les producteurs français de batterie se sont engagés à prendre en compte, dès la conception des batteries, leur cycle de vie complet.

b. L'infrastructure de recharge : les recommandations techniques

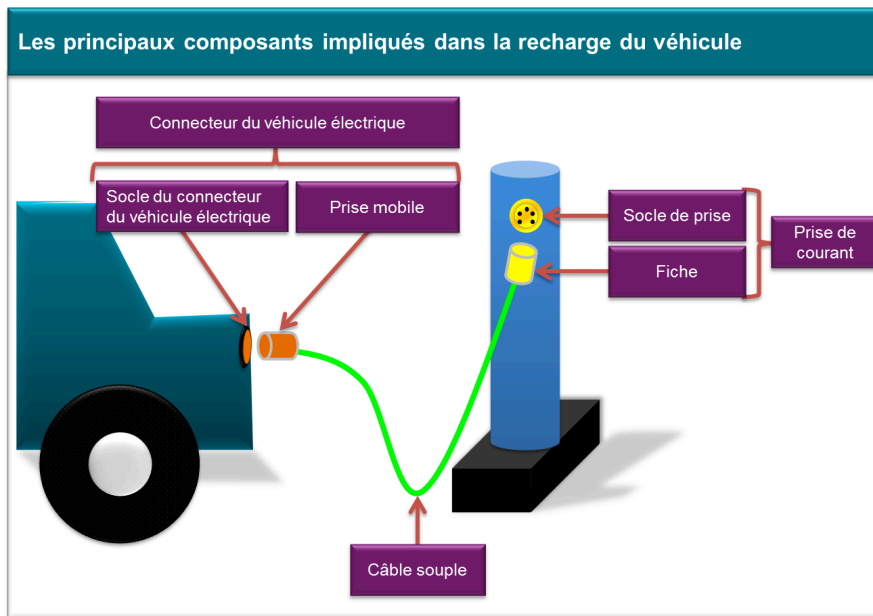


Figure 3

Les paliers de puissance

Des paliers techniques de puissance de recharge existent, correspondant globalement aux puissances disponibles avec des disjoncteurs de 16, 32 et 63 Ampères soit :

- 16 A monophasé = 3 kVA, considéré comme la 'recharge normale' ;
- 32 A triphasé = 22 kVA permettant une 'recharge accélérée' ;
- 63 A triphasé = 43 kVA permettant une 'recharge rapide'.

L'augmentation de la puissance de recharge permet de décroître en proportion la durée de recharge pour une batterie électrique. Ainsi, pour une batterie de capacité moyenne (par exemple 25 kWh / ~ 160 km d'autonomie), la recharge complète de la batterie a une durée théorique pouvant aller d'environ 8 heures pour la recharge normale (3 kVA) à environ 30 minutes pour la recharge rapide (43 kVA).

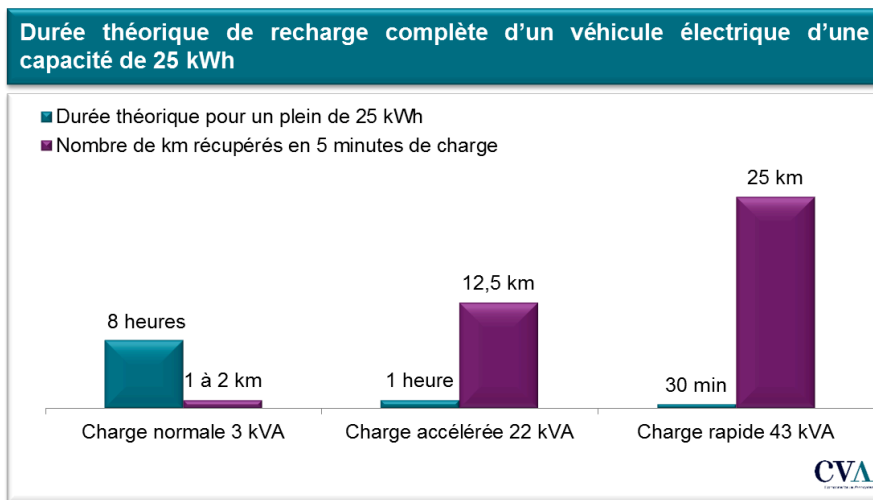


Figure 4

La borne de recharge¹⁰

Dans les lieux de stationnement ou de recharge ouverts au public¹¹, l'infrastructure de recharge se présente sous la forme d'une borne de recharge, comportant les fonctionnalités requises pour une utilisation partagée et un accès du public.

Les bornes de recharge des paliers 3 et 22 kVA ont une enveloppe physique qui est généralement peu différenciée. La principale différence concerne la section des conducteurs et le calibre des appareillages électriques. Aussi, un système de détection du niveau de recharge admis par le véhicule peut permettre à une borne de 22 kVA de fonctionner à 3 kVA, ou à toute autre puissance intermédiaire, en fonction des caractéristiques du véhicule ou pour des besoins liés au réseau (capacité de puissance disponible) et à la production d'électricité (gestion de la pointe carbonée par exemple). Cette solution de charge pilotable de 3 à 22 kVA est appelée dans le reste du document « bornes de 3 à 22 kVA ».

Le mode de connexion pour la recharge

Plusieurs solutions de connexion (modes) existent pour les véhicules rechargeables et sont définis par la norme NF EN 61851-1.

Le mode 1 permet le raccordement du VE au réseau d'alimentation (secteur) en utilisant les prises normalisées jusqu'à 16 A en monophasé (Cf. norme NF C61-314) ou triphasé, et en utilisant les conducteurs d'alimentation et de mise à la terre de protection. Cette puissance sera limitée en deçà de 16A¹² pour s'adapter en toute sécurité au profil de charge propre au véhicule électrique. L'utilisation du mode de recharge 1 nécessite un dispositif de protection différentiel (dispositif différentiel résiduel ou D.D.R.) et un dispositif de protection contre les surintensités.

Le mode 2 est identique au mode 1 dont il ne se distingue que par l'intégration d'un boîtier de contrôle sur le câble d'alimentation vérifiant l'intégrité du branchement du véhicule. Les limitations propres au mode 1 seront applicables au mode 2.

Le mode 3 inclut un quatrième fil entre borne et véhicule pour garantir la continuité terre entre le véhicule et la borne. Elle nécessite une prise spécifique (en l'occurrence un socle de prise correspondant à la norme 62196-2 type 3 cf. point ci-dessous). Ce mode de recharge devrait s'imposer à terme comme standard pour la recharge des véhicules électriques.

Le mode 4 enfin, utilisant un chargeur externe, est utilisé essentiellement pour la recharge rapide continue.

¹⁰ Dans un souci d'optimisation du bilan carbone, le choix d'industriels certifiés ISO 14001, de produits éco-conçus est recommandé par le Livre Vert.

¹¹ Dans les espaces privés, d'autres solutions compatibles avec les infrastructures publiques seront proposées par différents opérateurs. Une vérification de l'installation électrique à domicile est indispensable afin de permettre une mise à niveau le cas échéant.

¹² L'ampleur de cette limitation pendant une période transitoire est en cours de définition dans le cadre de travaux entre constructeurs d'équipements électriques et constructeurs automobiles, à partir de tests de résistance des matériels en fonction des contraintes spécifiques liées à la recharge en continu du véhicule électrique. La préconisation du GIMELEC est de limiter la charge sur prise domestique à 8 A en attendant la consolidation des résultats des expérimentations complémentaires à conduire. Cela ne concerne pas les bornes sur la voie publique, qui font l'objet de ce Livre Vert.

Le socle de prise côté infrastructure et le câble

Principaux types de socles de prise commercialisés ou en cours de développement en Europe				
Type de socle de prise	Illustration	Description	Compatible puissances élevées	Conforme à la réglementation française coté infrastructure
Type E/F		Socle de prise type « domestique » ¹³ – Compatible avec le Mode 1 ou 2	Non	Oui
62196-2 Type 1		Socle de prise actuellement dédiée coté véhicule, non envisagée coté infrastructure.	Oui	n/a (uniquement véhicule)
62196-2 Type 2		Socle de prise conforme à certaines réglementations nationales en Europe, élaborée pour le Mode 3.	Oui	Non (absence d'obturateur)
62196-2 Type 3		Socle de prise conforme à la réglementation française, élaborée pour le Mode 3.	Oui	Oui

Figure 5

Il est recommandé que la recharge normale (3 kVA) et la recharge accélérée (22 kVA) soient assurées par un câble nomade (non attaché) afin notamment de rendre l'accès aux bornes indépendant de la nature du socle du connecteur coté véhicule, l'ensemble des constructeurs automobiles prévoyant dans ce cadre de commercialiser un (ou plusieurs) câble(s) avec le véhicule¹⁴.

Aussi, et à des fins d'universalité de la charge, il est recommandé d'intégrer aux bornes de recharge normale de 3 kVA ou de 3 à 22 kVA les deux socles de prise suivants :

- **Un socle de prise type E/F** permettant de répondre à l'ensemble des besoins des véhicules d'ancienne génération, de quadricycles, de certains véhicules hybrides rechargeables ou autres moyens de transport (scooter etc.) ;
- et, **un socle de prise 62196-2 Type 3**, qui est la seule prise actuellement conforme à la réglementation française pour le Mode 3.

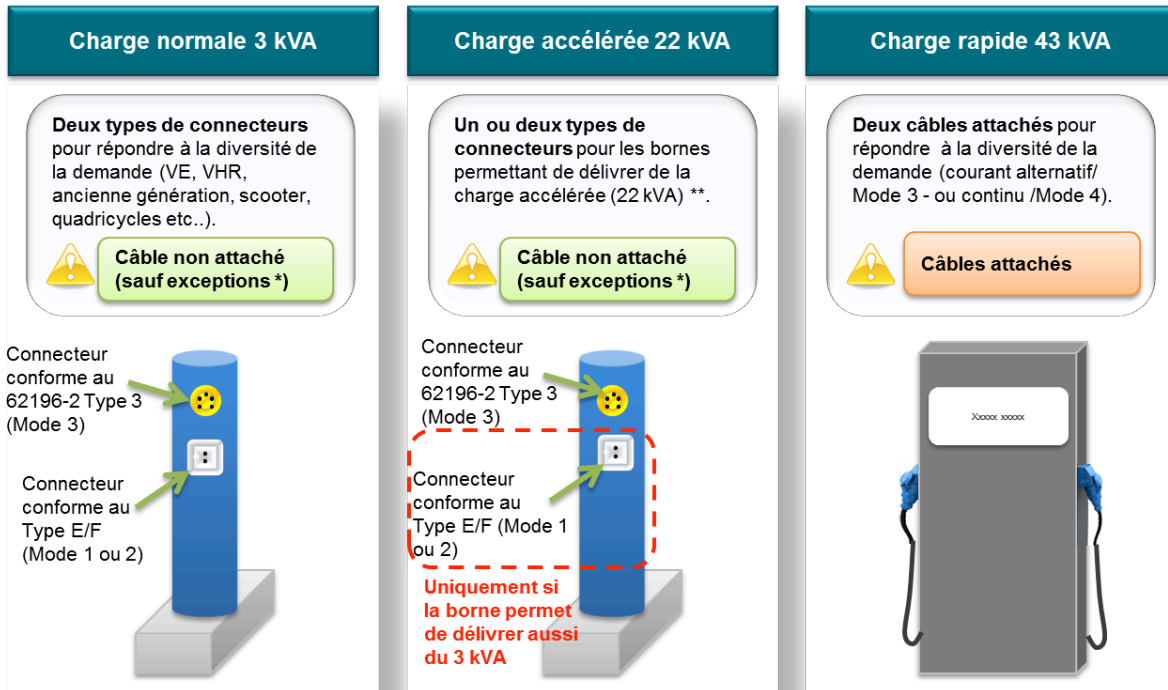
Il est à noter que dans le cas où une borne accélérée (22 kVA) n'est pas conçue pour délivrer aussi du 3 kVA, seul le socle de prise 62196-2 Type 3 est requis, le socle de prise type E/F n'étant pas compatible avec ce niveau de puissance. Il est recommandé cependant que les bornes de 22 kVA puissent systématiquement aussi délivrer du 3 kVA afin d'être ouvertes à tous type des véhicules¹⁵.

¹³ Doit cependant être garantie pour le niveau de courant exigé et un usage permanent (qualité industrielle).

¹⁴ Notons toutefois que dans des cas très spécifiques où la configuration du stationnement est adaptée (clientèle ciblée et avertie dans des lieux non propices à la recharge de scooter, quadricycle etc.), il est possible d'envisager un câble attaché pour la recharge normale.

¹⁵ Voir les caractéristiques techniques des véhicules rechargeables (figure 1).

Enfin, concernant la **recharge rapide (43 kVA)**, il est recommandé d'avoir deux câbles attachés à la borne (l'un pour la charge rapide en continu, l'autre en alternatif) et un emplacement dédié pour des raisons liées à une logique de stationnement spécifique (de courte durée). L'emplacement peut être public ou privé, et en libre-service comme une pompe à essence.



* Des exceptions peuvent être envisagées pour certaines configurations de bornes de charge destinées à une clientèle ciblée et avertie, à usage fréquent et dans des lieux non propices à la recharge de scooter, quadricycle etc. Dans ce cas, un câble attaché peut donner un confort d'utilisation supplémentaire à l'utilisateur.

** En règle générale, nous recommandons que les bornes de 22 kVA puissent aussi délivrer du 3 kVA, auquel cas la configuration de la borne est identique à celle de 3 kVA.



Figure 6

La communication par le câble

Le câble reliant le véhicule à la borne permet non seulement le transfert d'électricité pour la recharge de la batterie, mais aussi dans le cas du mode 3 le transfert d'informations entre le véhicule et la borne de recharge pour le bon déroulement de la recharge électrique et pour des raisons de sécurité.

Les informations transmises entre la borne et le véhicule électrique sont relatives au protocole de gestion de la recharge :

- la puissance disponible à la borne ;
- le niveau de recharge du véhicule ;
- des informations relatives à la sécurité et la continuité de terre.

D'autres types d'informations pourront potentiellement être échangés entre le véhicule et la borne de recharge - tel que du contenu multimédia ou des informations relatives au paiement -, des travaux de normalisation étant en cours à ce sujet.

L'échange de batterie

L'échange de batterie est une technologie promue par certains acteurs de la filière qui permet un échange mécanique de la batterie en quelques minutes dans une station automatisée. Des travaux de normalisation sont en cours, notamment sur :

- le format de la batterie ;
- la définition des points d'appui et de maintien de la batterie ;
- des composants spécifiques tel que le système de verrouillage / déverrouillage ou le socle de prise qui doit accepter un fort courant et un nombre important d'opérations ;
- la communication entre le chargeur et la batterie ; et l'établissement d'un cadre réglementaire adapté (cf. décret 2006/646).

Certains véhicules sont d'ores et déjà conçus pour permettre l'échange de batterie tels que les modèles Fluence ZE et Zoé du constructeur Renault dont les lancements commerciaux sont prévus mi 2011 et mi 2012 respectivement.

Exemples d'autres concepts de recharge à l'étude

Le concept couplant l'amarrage du véhicule et sa recharge repose sur une approche systémique, les bornes de recharge sont liées à des places de stationnement et comportent un dispositif permettant un amarrage automatisé du véhicule à l'installation de recharge. De plus, le système d'amarrage standardisé côté véhicule permet la recharge de plusieurs véhicules sur une même borne et le remorquage de grappes de véhicules. Un concept fait actuellement l'objet d'un pilote présenté au Mondial de l'automobile 2010.

La recharge ultra-rapide (150 kVA permettant la recharge complète théorique de 25 kWh en 5 minutes) constitue à ce jour un palier théorique dont l'acceptabilité par les batteries n'est pas démontrée. Par ailleurs, les conséquences de ce type de recharge sur la gestion de la pointe carbonée et les réseaux seraient considérables, l'appel de puissance pouvant être comparé à celui d'un quartier de ville.

La recharge sans contact (induction électromagnétique) est offerte par certains acteurs. Si ce système présente des avantages évidents en termes de facilité d'utilisation, ses coûts élevés semblent devoir limiter sa diffusion sur des segments de marché très spécifiques (transport en commun du type bus etc.) sur le moyen terme.

c. L'infrastructure de recharge : les usages et configurations recommandées

Du bon usage des recharges accélérées et rapides

La recharge normale (3kVA) est le type de recharge à systématiquement privilégier. Elle s'impose notamment pour les places de stationnement dit « principal », sur lesquelles les véhicules rechargeables stationnent pendant de longues durées et peuvent assurer la majorité de leur recharge électrique (~ 90 à 95% selon les premières expérimentations). Elles correspondent généralement au stationnement de nuit, ou au stationnement de longue durée sur les lieux de travail : places de garage privé individuel, parking de copropriété ou de flottes d'entreprise, places de stationnement sur voirie ou en parking public occupée par des véhicules pendant la nuit, stationnement de longue durée pendant la journée sur le lieu de travail.

Elle doit ainsi avoir une diffusion très large au sein des espaces privés de particuliers (résidences individuelles, copropriétés etc.) ou d'entreprises (parkings d'immeubles d'entreprise, de centres d'affaires etc.) dans la mesure où elle permet une recharge complète de la batterie en une nuit, ou au cours de la journée de travail pour les prises sur les lieux d'activité. Ce type de recharge est aussi le plus adapté à la courbe de recharge électrique, permettant un usage réellement « décarboné » du véhicule électrique.

Dans les cas où les temps de stationnement permettent une récupération d'autonomie pertinente (> 1 heure), ce type de charge peut aussi satisfaire des besoins de charge dits « secondaires », qui visent à satisfaire les besoins de kilomètres additionnels pour le véhicule pendant la journée, pour permettre à l'utilisateur une flexibilité accrue dans son usage

Les autres types de recharge (accélérée, de 3 à 22 kVA et rapide à 43 kVA) répondent à des configurations de stationnement de courte durée, d'appoint ou de réassurance, et répondent tous à des besoins de recharge dits « secondaires » - si elles débitent une plus faible partie des « kWh carburants » consommés par un véhicule rechargeable, leur présence est toutefois essentielle pour assurer à l'utilisateur le niveau de flexibilité et le sentiment de sécurité nécessaire au décollage du marché :

- **La recharge accélérée** permettant d'adresser une puissance de recharge variable de 3 à 22kVA en fonction des contraintes de disponibilité de puissance sur le réseau et de la demande locale (nombre de véhicules branchés en même temps sur une « grappe » de bornes, toutes raccordées au réseau public de distribution électrique par un même point de livraison). Ce type de recharge est donc adapté à des bornes ouvertes au public, pour un besoin ponctuel de recharge, notamment à des nœuds de transport ou dans des aires commerciales où la durée de stationnement est de courte durée.
- **La recharge rapide (43kVA)** répond à des besoins de kilomètres supplémentaires non planifiés, et de certaines flottes (taxis par exemple). Il s'agit d'une offre d'assurance ou de garantie de flexibilité en cas d'imprévision de la part des usagers. Son usage doit pouvoir rester exceptionnel, et les niveaux de tarifs exercés sur le client final doivent tenir compte de cette « prime d'assurance » qui est ainsi fournie à l'utilisateur.

Compte tenu des voltages comparables et des intensités élevées, l'ensemble de ces bornes pour recharge rapide ou accélérée présenteront des dispositifs de sécurité ad-hoc.

Le calibrage du nombre de points de recharge relatifs à ces trois paliers de puissance pour l'équipement d'une agglomération doit être effectué non seulement à la lumière des usages, des coûts d'équipement et d'installation, mais aussi des conséquences relatives aux installations électriques, au réseau et à la pointe carbonée. Le détail de ce calibrage apparaît dans la partie économique de ce document.

Type d'infrastructure	Puissance de recharge	Temps de recharge complète	Besoin de recharge principale	Confort d'utilisation	Réassurance – besoin non planifié / dépannage
Prise à domicile	3 kVA	8h			
Prise au travail	3 kVA	8h			
Borne parking public	3 ou 3 à 22 kVA	De 1h à 8 h			(22 kVA)
Borne voirie	3 ou 3 à 22 kVA	De 1h à 8h			(22 kVA)
Borne lieu dédié (public ou privé)	43 kVA	Environ 30 min			

Figure 7



Code couleurs : plus le gris est foncé, plus l'utilisation correspondante est naturelle (fréquente).

Les configurations de stations recommandées

En fonction notamment de la disposition des places de stationnement, différentes configurations de stations de bornes de recharge peuvent être envisagées pour l'installation et le raccordement des bornes.

A titre d'illustration, trois types de configurations sont décrites ci-dessous, pour lesquelles sont indiqués les coûts de raccordement en Annexes.

- configuration 1 : une seule borne / deux PDC pour un seul point de livraison / raccordement au réseau de distribution d'électricité.
- configuration 2 : un borne principale « totem », avec monétique intégrée / 2 bornettes de distribution électrique / six PDC pour un seul point de livraison.
- configuration 3 : une borne principale « totem », six bornettes / douze PDC pour un seul point de livraison.

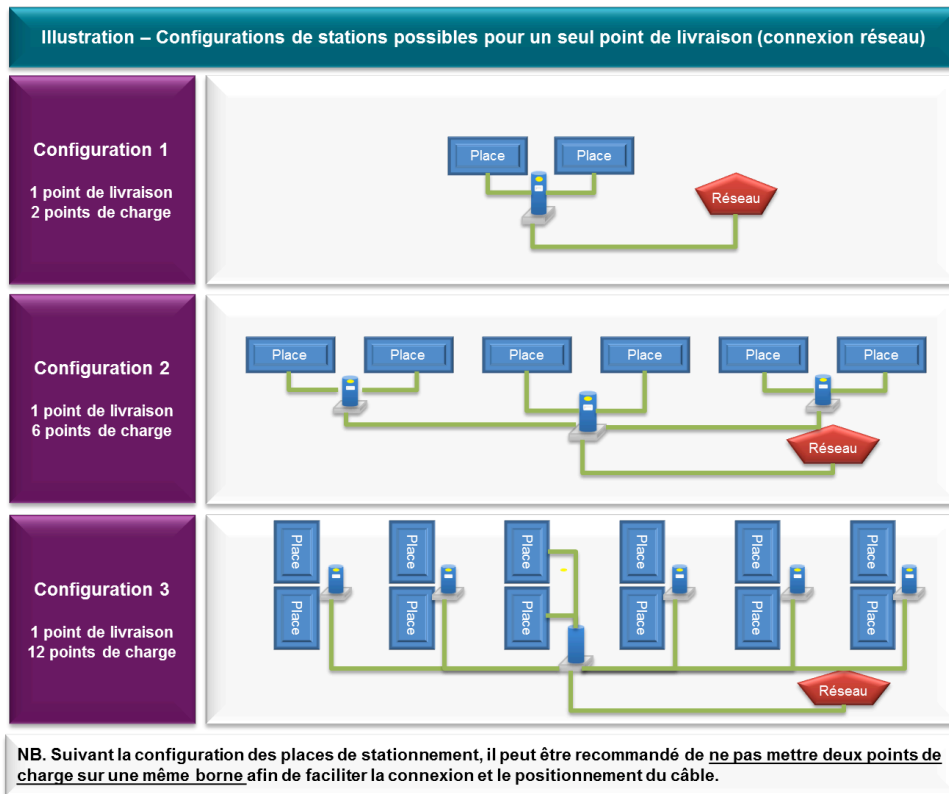


Figure 8



En raison des coûts de raccordement pouvant devenir significatifs avec des niveaux de puissance élevés, une configuration 1 pourrait être recommandée uniquement pour des lieux très ciblés où la structure du parc de stationnement ne permet pas de mutualiser un point de livraison sur plusieurs points de recharge, ainsi que les frais de génie civil.

La configuration 2 est plutôt recommandée en voirie, avec un nombre de places dédiées aux véhicules rechargeables qui demeure limité (6) tout en optimisant les coûts de raccordement.

La configuration 3 est davantage adaptée au stationnement en parkings publics, de centre commerciaux, etc. vu le nombre élevé de places de stationnement impliqué.

Pour les stationnements en bâtiments et sous-sol, l'aménagement répond aux conditions d'une installation électrique intérieure. Il est réalisé en partant du tableau de répartition qui alimente le bâtiment.

Dans tous les cas, il convient de déterminer la puissance de raccordement (ou son augmentation si nécessaire pour un raccordement existant) à demander au Gestionnaire de Réseau public de Distribution (GRD).

De même, il faudra déterminer la puissance à souscrire pour le contrat de fourniture à demander au fournisseur d'énergie choisi. La puissance de raccordement et la puissance souscrite dépendent des possibilités de foisonnement des différentes bornes installées derrière le point de livraison – PDL - (entre les bornes elles-mêmes et avec les autres usages alimentés par le même point de livraison). Dans ce cadre, un gestionnaire d'énergie doit être installé pour réguler ces différents usages afin d'optimiser le coût du raccordement et de la fourniture.

d. Les enjeux relatifs au raccordement et au réseau électrique

Le raccordement au réseau

Les bornes de recharge sont généralement groupées en îlots raccordés à un point de livraison du réseau de distribution, ce point de livraison pouvant aussi alimenter d'autres usages.

Dans le cadre d'un projet de déploiement d'infrastructure de recharge, ERDF et les ELD (entreprises locales de distribution telles que GEG, Electricité de Strasbourg, Sorégies, etc.) qui ont la responsabilité du service public de la distribution d'électricité, assument de ce fait les travaux de raccordement jusqu'au point de livraison (représenté par le compteur d'électricité dans le schéma ci-dessous).

Pour rappel, les travaux (génie civil, câblage, etc.) relatif à l'« Aval – point de raccordement / compteur » (du point ② à ③ ci-dessous) sont ainsi du ressort du maître d'ouvrage de l'installation des bornes.



Figure 9

Afin d'assurer la disponibilité de la puissance requise aux points de livraison, le déploiement de l'infrastructure de recharge peut nécessiter un renforcement de chaque maillon du réseau (ligne à moyenne tension, lignes à basse tension, poste Moyenne Tension / Basse Tension etc.) dont l'ampleur et les coûts des travaux varient en fonction de la puissance requise, de la localisation des points de charge, et de leur utilisation par les véhicules (lieu de recharge, heure de la recharge – suivant le jour de la semaine, la saison etc. – et durée de la recharge).

Suivant la situation locale du réseau considéré pour le déploiement de l'infrastructure de recharge et les puissances envisagées (recharge normale, accélérée ou rapide) le coût de renforcement du réseau peut varier considérablement, de même que son délai de réalisation. Pour réduire le plus possible ces coûts et délais, le projet d'aménagement de l'infrastructure doit être conduit en concertation avec le gestionnaire du réseau de distribution local pour trouver la meilleure adéquation entre les besoins et les situations des réseaux, et lui permettre de planifier les renforcements en fonction d'une prévision raisonnable de l'utilisation des bornes.

La fourniture d'électricité et les enjeux de gestion des transactions

La fourniture d'électricité et les enjeux relatifs au comptage de l'électricité se situent à deux niveaux : d'une part l'approvisionnement en électricité pour le gestionnaire du service de recharge (ou encore gestionnaire d'infrastructure), d'autre part l'achat du service de recharge – comprenant une consommation d'électricité – pour le client final.

Afin de s'approvisionner en électricité, **le gestionnaire des points de recharge** (opérateur privé ou public du réseau d'infrastructures, collectivité etc.) :

- souscrit un contrat de fourniture avec le Fournisseur de son choix au point de livraison auquel sont raccordées les bornes. Celui-ci comporte un compteur géré par le GRD, lequel transmet les données de consommation au fournisseur pour que celui-ci facture son client (soit donc le gestionnaire des points de charge) ;
- intègre le prix de l'électricité dans le prix du service de recharge qu'il fait payer au client final, modulable à son initiative, en fonction de la durée de stationnement, de l'heure de la journée, du niveau de puissance de charge, et/ou de la consommation d'électricité mesurée par un sous-comptage. En ce sens le client final ne souscrit pas un contrat de fourniture d'électricité, et n'achète pas de l'électricité (facturation au kWh), mais un contrat de service de recharge, qui inclut l'électricité (facturation par exemple au km, au temps de connexion, ou encore intégré avec le prix du stationnement)

De son côté, **le client final** paye chaque service de recharge au gestionnaire de la borne à laquelle il se raccorde, avec les moyens indiqués au chapitre ci-dessous (monétique).

Pour permettre un paiement aisé, « sans frontière », des recharges, évitant au conducteur d'avoir à gérer des modalités de paiement différentes selon les gestionnaires locaux des points de recharge, un **système d'itinérance (« roaming »)** est à l'étude. Il permettra la production de services de mobilité vendus par des opérateurs (forfaits kilométriques, abonnements de recharge etc.), qui faciliteront la vie du client. La mise en place de ce système nécessite que l'interopérabilité sans frontière des bornes soit organisée, et notamment que, dès les premières installations, toutes les bornes soient répertoriées au plan local et national avec identification de leur gestionnaire.

e. La monétique : les enjeux et les solutions à moyen terme

Un Groupe de travail a été mis en place en 2010 animé par le MEDDTL (DGEC) afin de réfléchir aux solutions de paiement pour l'accès à l'infrastructure de recharge. Les principales orientations de ce Groupe de Travail sont détaillées ci-dessous.

Parmi les divers moyens de paiement existants à ce jour, il est nécessaire de retenir des solutions :

- simples à utiliser (interface compréhensible et utilisation rapide) ;
- utilisables par tous (même à titre occasionnel) ;
- évolutives (ex: vers l'itinérance, à partir de 2012/2013) ;
- économiques (coût du matériel nécessaire pour l'acte de paiement).

Aussi, compte tenu des délais d'implémentation des systèmes permettant l'itinérance, le déploiement des infrastructures de recharges publiques est aujourd'hui imaginé en deux phases:

- **une première phase avec une infrastructure de paiement très simple, évolutive, peu onéreuse**, comprenant un paiement direct à la recharge, dans l'attente du déploiement massif des véhicules électriques et hybrides rechargeables et de la normalisation des solutions plus avancées. L'objectif est de limiter au maximum le coût de chaque borne pour en installer le plus grand nombre et pour limiter le coût d'utilisation pour les clients. L'adossement à des équipements existants tels que ceux utilisés pour le stationnement de voirie ou de parking peut permettre un déploiement rapide et économique.
- à terme : en fonction des évolutions possibles vers des modèles économiques plus élaborés et de la mise en place d'éventuels opérateurs de mobilité, **l'infrastructure pourra évoluer vers l'itinérance** (simple mise à jour logicielle dans l'idéal), en laissant toujours la possibilité au client de payer sa recharge directement et au coup par coup s'il le souhaite, ou de devenir le client d'un « opérateur de mobilité », lui commercialisant du kWh au forfait quel que soit le lieu de charge.

Aujourd'hui, le groupe de travail s'oriente vers la préconisation de différentes combinaisons de dispositifs monétiques suivant les configurations retenues:

- Si les infrastructures de recharge électriques s'articulent autour de matériels existants (horodateurs, caisse de parking, automate de distribution de titre de transport ou autres) déjà équipés de moyens de paiement (pièces, CB, ...) ceux-ci pourront être utilisés pour payer la recharge électrique. Ces matériels devront être équipés d'un lecteur RFID et devront pouvoir évoluer vers le NFC.
- En cas d'implantation d'infrastructures dédiées uniquement à la recharge électrique, il est prévu la présence de lecteurs RFID et NFC (par anticipation) pour les utilisateurs ayant déjà créé un compte client (utilisateurs réguliers et flottes captives). Ces lecteurs devront pouvoir évoluer pour accepter le paiement par carte bancaire sans contact. D'une façon générale, le paiement par carte bancaire devra être optionnel et mis en œuvre si les conditions économiques le permettent.

Dans tous les cas, il doit y avoir la possibilité d'accéder au service de recharge par téléphone mobile. Ainsi, l'accès au service de recharge sur un point de recharge « basique » à travers un lecteur RFID, NFC ou un téléphone mobile se ferait de la façon suivante :

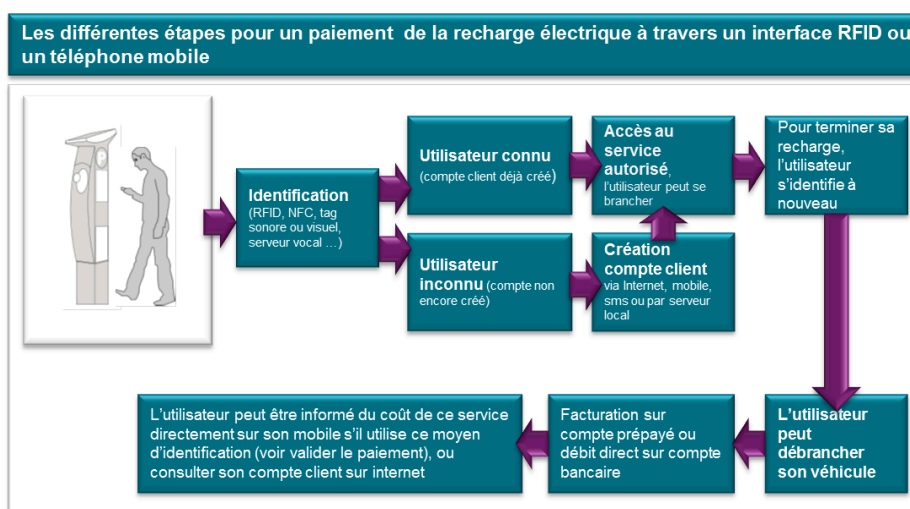


Figure 10

En cas d'utilisation d'un matériel de stationnement et pour un client occasionnel, l'utilisateur choisira par exemple, l'option stationnement + recharge, et composera un code confidentiel au moyen du clavier pour accéder à la recharge, code qu'il réutilisera pour mettre fin à son action. Le paiement s'effectuera ainsi à travers les différents moyens qu'offre le matériel.

Une offre industrielle large est disponible pour réaliser ces modèles (ex : PayByPhone, TagAttitude, Logica, Parkeon...). Le choix du système et de l'interface entre l'utilisateur et la borne pouvant différer en fonction des acteurs impliqués (flux d'informations, tag utilisé, etc...).

f. Les services annexes

Différents acteurs développent aujourd'hui des services annexes autour de la mobilité électrique tels que :

- la localisation de places de stationnement, avec identification de leur disponibilité et guidage ;
- la réservation de places de stationnement à distance ;
- déverrouillage physique de la place de stationnement (liaison radio DSRC du type boîtier télépéage);
- les alertes pour le temps passé en recharge ;

L'introduction de tels services dans le domaine public nécessite :

- une coordination de la gestion du stationnement urbain et des services liés à la recharge des véhicules électriques (avec une intégration notamment des systèmes d'information et de gestion) ;
- une gestion à distance des infrastructures de terminaux de stationnement et de recharge ;
- une mutualisation de certaines fonctions (distribution électrique, commande de recharge, paiement direct ou en ligne etc.) en interfaçant les bornes de recharge avec des terminaux existants tels les horodateurs.

Les coûts relatifs à ce type de service varient fortement en fonction du parc de terminaux de stationnement (par exemple, la génération des horodateurs présents dans la Collectivité) et du type de services développés.

g. Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité

La réglementation, les normes et les standards sont indispensables pour que les véhicules électriques et hybrides rechargeables soient un succès, tant auprès des usagers qu'en termes de réduction des coûts et des impacts environnementaux (GES, pollution aérienne et sonore, fluidité du trafic...). Ils doivent contribuer à :

- créer, et imposer si nécessaire, un langage et des métriques communes : termes et définitions, identification, codification, méthodes de mesure et d'essais, d'autant que les technologies mises en œuvre sont à la convergence d'industries d'histoires différentes (mécanique, électrotechnique, informatique, télécoms) ;
- apprécier, encadrer et communiquer la sécurité, l'impact sur l'environnement et les performances ;
- assurer l'interopérabilité pour l'accès à l'infrastructure de recharge, tant du point de vue physique que de l'optimisation énergétique et de la communication ;
- réduire les coûts de l'industrialisation en créant d'emblée un marché de taille internationale et favoriser des solutions initiales d'un coût acceptable par le marché et la société, susceptibles d'évoluer pour épouser les progrès et les innovations ;
- sécuriser l'utilisation, gage de confiance et de fidélisation de l'utilisateur ;
- soutenir les modèles d'affaire innovants qui vont être mis en œuvre ;
- fournir les outils et les moyens de mesure et/ou de contrôle pour une politique d'incitation et d'encadrement par les pouvoirs publics (soutien aux infrastructures, régime préférentiel pour le véhicule électrique, taxation différenciée de l'électricité consommée, flexibilité du réseau de production, de transport et de distribution de l'électricité, achats publics...).

Une note incluse en **Annexe** dresse un **état des lieux** et les **perspectives à moyen terme** pour l'ensemble des aspects réglementaires et normatifs du véhicule électrique, les deux volets étant étroitement liés.

Par ailleurs et enfin, le Conseil de l'**Union Européenne** a décidé, le 4 février 2011, que "Les États membres, en liaison avec les organismes de normalisation européens et les entreprises du secteur concerné, sont invités à accélérer les travaux afin que des normes techniques soient adoptées d'ici mi-2011 pour les systèmes de charge pour véhicules électriques et d'ici la fin de 2012 pour les réseaux et compteurs intelligents."

Partie II - Les aspects économique-juridiques

a. Le dimensionnement de l'infrastructure de recharge et la planification de son déploiement

Remarque préliminaire

Dans un objectif de précision, et pour s'approcher le plus possible d'un cas réel, l'exercice de dimensionnement des besoins en infrastructure de recharge ouverte au public a été établi ici d'abord sur l'analyse d'un cas concret d'agglomération (~ 500 000 habitants¹⁶, pour un parc de véhicules thermiques de l'ordre de 275 000 en 2010), à partir d'un premier niveau d'informations disponibles. Ce cas sert à calibrer les équations économiques d'un projet d'équipement d'une agglomération en infrastructures de charge, et à estimer les modèles économiques pertinents. Une extrapolation à l'échelle de 13 collectivités signataires de la Charte (14 avec Monaco), puis des plus importantes agglomérations françaises est ensuite réalisée pour évaluer les enjeux de financement à l'échelle nationale.

Les principes du calibrage de l'infrastructure de charge publique - Présentation de la démarche pour un cas d'agglomération de 500 000 habitants

L'approche adoptée s'appuie sur les quatre étapes principales suivantes :

- La construction d'un scénario de croissance d'un parc de véhicules rechargeables à horizon 2015 – 2020 au sein de l'agglomération, et la prévision des besoins de tirage d'électricité « carburant » liés au roulage de celui-ci : le groupe de travail s'est basé sur les conclusions des Groupes de Travail du premier semestre 2009, et sur les ambitions du Plan Véhicules Décarbonés, communiqués en Octobre 2009.
- L'identification de la structure de stationnement principal (généralement de nuit) au sein de l'agglomération considérée : identification de la répartition du parc de véhicules par type de lieu de stationnement principaux (à domicile, sur voirie...), pour évaluer les besoins en nombre de points de charge principaux. De ce point de vue, toutes les places de stationnement ont été incluses dans le périmètre de l'analyse, y compris par exemple celles dédiées au stationnement principal en voirie. Des arbitrages pourront cependant avoir lieu afin de hiérarchiser les priorités d'investissements sur certains lieux de charge, notamment en période de décollage du marché.
- La répartition de la recharge électrique, en volumes de kWh tirés pour le parc de véhicules rechargeables considéré, en fonction des différents lieux de recharge, principal ou secondaire, et des niveaux de puissance (3, 3 à 22 ou 43 kVA). La construction à partir de ces données d'une courbe de charge type pour un parc de véhicules rechargeables, au cours de la journée (identification des pics de tirage d'électricité).
- La définition du nombre de points de recharge nécessaires pour les différents paliers de recharge (normale à 3 kVA, accélérée de 3 à 22 kVA, rapide à 43 kVA) et les lieux de charge, en tenant compte des besoins liés à la forme de la courbe de charge, et des aspects géographiques (mobilité de la population et variation de la fréquentation sur un espace de stationnement, durées moyennes de stationnement - court / long - par type d'espace).

¹⁶ Cas inspiré de l'agglomération de Rouen.

Ces quatre étapes du calibrage et leurs résultats pour une agglomération d'environ 500 000 habitants sont détaillées ci-dessous.

Prévisions du parc de véhicules rechargeables au niveau d'une agglomération

Le plan national des véhicules décarbonés annoncé en octobre 2009 prévoit de l'ordre de 2 millions de véhicules rechargeables à horizon 2020 en France, ce qui signifie un taux de pénétration d'environ 5% du parc de véhicules en France (véhicules personnels, utilitaires légers etc.).

Pour une agglomération de 500 000 habitants et un parc de véhicules de l'ordre de 275 000 véhicules, tous usages confondus (particuliers et professionnels) - **les objectifs du plan national se traduisent par un parc de 3 300 véhicules rechargeables à horizon 2015, et d'environ 15 000 véhicules en 2020.**

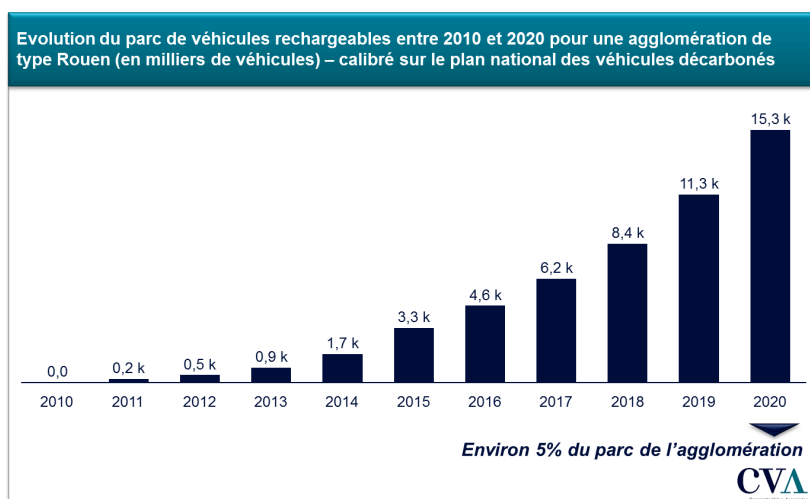


Figure 11

Identification de la structure de stationnement principal (généralement de nuit)

L'analyse de la structure de stationnement doit permettre de localiser précisément le lieu de stationnement principal (sur espace privé ou sur domaine public) pour le parc de véhicules de l'agglomération et d'en estimer le nombre. Le lieu de stationnement principal se distingue ainsi du lieu de stationnement secondaire comme étant le lieu où les véhicules stationnent la majorité du temps, généralement de nuit, et récupèrent la grande majorité de leurs besoins d'électricité « carburant ». Le lieu de stationnement secondaire étant quant à lui un lieu de stationnement court, généralement partagé (hypermarchés, voirie, etc.).

Ainsi pour l'agglomération étudiée, environ 80% du stationnement principal est réalisé sur des lieux privés (habitat individuel, collectif ou entreprises) contre environ 20% sur des lieux publics (parking public ou voirie). Au sein même du domaine public, les trois quarts du stationnement principal sont réalisés en voirie et un quart sur les parkings publics (figure 12). La part de véhicules stationnant de façon principale la nuit sur domaine public est une donnée clef du calibrage de l'infrastructure, puisque si certains de ces usagers achètent un véhicule rechargeable, ils vont tirer une part substantielle de leur consommation sur des points de charge accessibles au public.

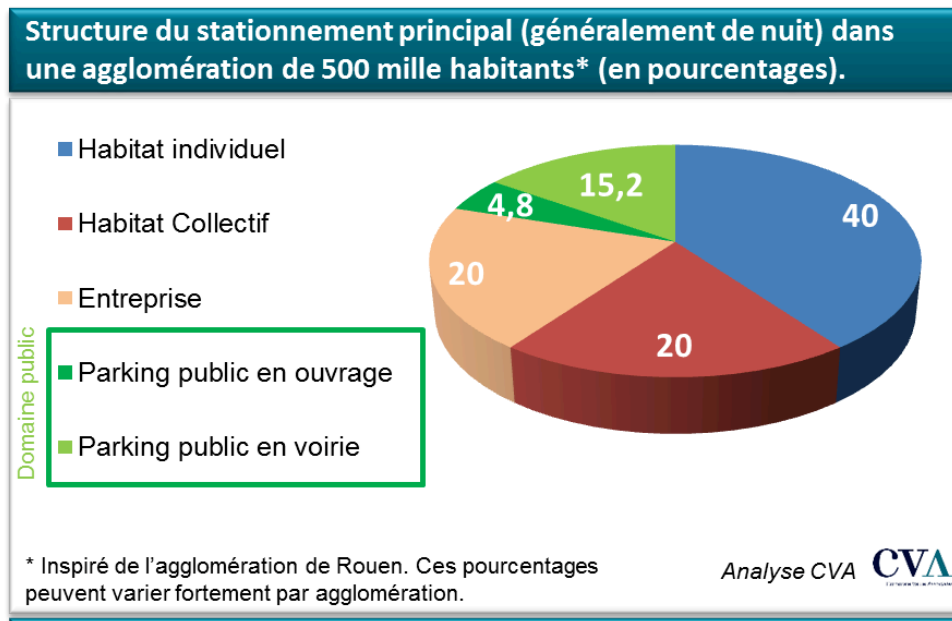


Figure 12

Répartition de la recharge en fonction des lieux de recharge et des niveaux de puissance

Une bonne compréhension de la répartition de la recharge en fonction du lieu (stationnement principal ou secondaire) tout au long d'une journée est nécessaire afin d'estimer le nombre de « kWh » qui seront consommés en dehors du lieu de recharge principal, et par conséquent le nombre de points de recharge partagés ou encore « secondaires » à installer, et sur quels lieux.

Divers travaux et expérimentations montrent que 90% - a minima - de la recharge s'effectue sur le lieu de recharge principal en recharge normale (3 kVA), les 10% restants étant effectués sur des lieux partagés publics (voirie, parking public) ou privés (hôtels, hypermarchés etc.), grâce à des solutions de recharge qui peuvent varier en puissance (normale, accélérée ou rapide). Ces besoins de charge secondaires correspondent à des besoins d'appoint pour accroître la flexibilité d'usage du véhicule (cas du VE) durant la journée ou la part de km roulés en électrique de façon à améliorer le bilan économique du véhicule (cas des VHR).

En appui d'une part sur les résultats d'expérimentations et, d'autre part, sur le cas concret de l'agglomération étudiée¹⁷, il est estimé que la répartition de la recharge suivant le type d'usager¹⁸ s'effectuera de la manière suivante :

		← Répartition de 100% de la recharge suivant le lieu →							
		Lieu de recharge principale			Lieu de recharge secondaire				
		Privé	Parking public	Voirie	Parking public	Voirie	Privé (hôtels etc.)	Rapide	
Technologie de véhicule / lieu de stationnement principal	VE		3 kVA			3 kVA ou 3 à 22 kVA (VE uniquement)			43 kVA
		Privé	90%	0%	0%	~1%	~4%	2 à 3%	2 à 3%
		Parking public	0%	90%	0%	~1%	~4%	2 à 3%	2 à 3%
	Voirie	0%	0%	90%	~1%	~4%	2 à 3%	2 à 3%	
	VHR	Privé	90%	0%	0%	~2%	~6%	2 à 3%	0% (non nécessaire pour les VHR en raison du moteur thermique)
		Parking public	0%	90%	0%	~2%	~6%	2 à 3%	
Voirie		0%	0%	90%	~2%	~6%	2 à 3%		

Figure 13



A titre d'exemple, pour un client final ayant un véhicule 100% électrique et une maison avec garage individuel, il est estimé que :

- 90% de la recharge est réalisée à domicile (lieu privé) ;
- ~ 1% de la recharge est effectuée en parking public, et 4% sur voirie¹⁹ ;
- 2 à 3% de la recharge est réalisée sur des lieux privés (hypermarchés etc.), et 2 à 3% de la recharge est rapide. L'allocation des tirages en charge rapide correspond aux meilleures estimations des industriels à ce jour. L'établissement exact des cas d'usage et de leur fréquence est cependant impossible en l'état de la connaissance du marché.

¹⁷ Agglomération de Rouen

¹⁸ Un usager est défini par la technologie de son véhicule (VE ou VHR) et par son lieu de recharge principal (ex. résidence privé, voirie, etc.). Roulage moyen par an de 13 000 km.

¹⁹ La prédominance de la voirie est liée à la structure de stationnement (figure 12) dans l'agglomération observée (où la voirie représente ~ 75% du stationnement dans le domaine public), et à l'hypothèse d'une croissance du marché des VEx de façon homothétique par rapport aux segments de stationnement. Toutefois, des politiques volontaristes peuvent être mises en œuvre afin d'orienter le choix de stationnement des véhicules électriques différemment (en privilégiant le parking à la voirie par exemple).

Répartition de la recharge en fonction de l'heure de journée (courbe de charge)

En appui sur les données de répartition de la charge (figure 13) et sur des résultats d'expérimentations à l'étranger²⁰, il est dès lors possible d'estimer une courbe de charge moyenne (# de kWh tirés sur le réseau par les VE-VHR, pour un roulage moyen annuel) sur une journée (figure 14).

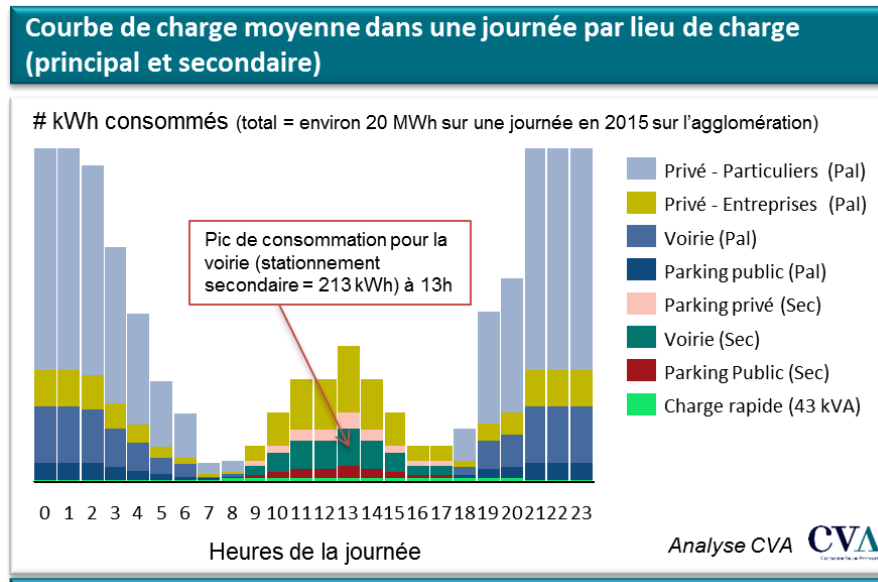


Figure 14

L'obtention d'une telle courbe est indispensable afin de détecter les pics de charge existant par lieu de charge et de calibrer les besoins en nombre de prises et niveaux de puissance sur l'agglomération. A titre d'exemple, en 2015, le pic de consommation à satisfaire sur une journée moyenne est de l'ordre de 213 kWh sur la voirie (en stationnement secondaire).

Déduction du nombre de points de recharge (PDC) nécessaires

Le calibrage de l'infrastructure de recharge s'appuie sur une démarche différenciée suivant la nature du lieu de recharge : principal ou secondaire. Dans le cadre du **lieu de recharge principal sur lequel plus de 90% de l'électricité « carburant » est tirée**, chaque véhicule doit avoir un accès dédié à une prise de recharge, cette condition étant sûrement indispensable à la décision d'achat d'un véhicule décarboné. Il est adopté un principe « 1 prise de recharge principale pour un véhicule », quel que soit le lieu de recharge principal de l'utilisateur (à domicile, ou sur le domaine public)^{21 22}. Dans le cas de PDC principaux sur domaine public, il existe cependant un pourcentage minoritaire de ces points qui pourront cependant être partagés durant la journée, comme précisé plus bas.

²⁰ Electric Research Power Institute

²¹ Il n'est pas considéré dans le cadre de cet exercice la question du calibrage du nombre de points de charge sur les lieux de travail des particuliers, qui peut amener à doubler le nombre de points de charge principaux à installer : 1 point de charge à domicile, 1 point de charge sur le lieu de travail

²² En l'état des prévisions sur le marché, le Groupe de travail n'a pas pris position sur la plus ou moins forte émergence des véhicules électriques au sein du segment des usagers qui stationnent principalement sur le domaine public. Les besoins de charge de ces profils d'utilisateurs, même s'ils conduisent à un plus fort calibrage de l'infrastructure publique (selon le principe « 1 véhicule, 1 PDC ») ont été considérés dans le cadre de l'exercice, le Groupe considérant à ce stade tous les segments d'utilisateurs possibles

Concernant le **lieu de recharge secondaire**, le calibrage de l'infrastructure se déroule selon trois principes :

- Identification du nombre de points de recharge minimum permettant de répondre au pic de demande d'électricité sur la courbe de charge, par lieu et niveau de puissance (cf. point précédent) : ce premier principe permet de caler un chiffre minorant, puisqu'il implique qu'au passage du pic journalier sur la courbe de charge, l'infrastructure (partagée ou secondaire) soit utilisée à 100%, et que l'ensemble du parc de véhicules soit au bon endroit au bon moment.
- Ajustement de ce chiffre, par l'analyse des variations de fréquentation au cours de la journée, ou d'une semaine, par type de lieu, de façon à calibrer le besoin en PDC sur les pics de fréquentation géographique, et non plus seulement sur les pics de tirage d'électricité. Par ailleurs, il est admis que 20% des points de charges principaux peuvent aussi être partagés durant la journée, venant en déduction du chiffre calibré dans le point précédent. Dans le cas spécifique du calibrage des besoins en charge rapide (43 kVA), une logique de maillage pertinent du territoire pour répondre à un besoin de dépannage a été adoptée ;
- Définition du nombre de PDC pouvant réaliser du 3 à 22 kVA (plutôt que du 3 kVA uniquement) parmi les lieux de charge secondaires, en fonction du temps de stationnement moyen.

Lieux de recharge principale	Lieux de recharge secondaire
<p>Il est proposé de calibrer le nombre de points de recharge normale (3 kVA) pour les points de recharge principaux (90% de la recharge) de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 véhicule = 1 point de recharge (résidence individuelle, copropriétés, stationnement principal en voirie ou parking public etc.). 	<p>Une démarche en trois étapes pour les bornes partagées :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calibrage par les pics de la courbe de charge : nombre de points de recharge <u>minimum</u> de 3 kVA nécessaires pour répondre à un pic de consommation d'électricité carburant durant une journée moyenne. <ul style="list-style-type: none"> ➤ La prise en compte de ce facteur amène à calculer le nombre de points de recharge minimum de 3 kVA pour répondre au pic de kWh. Par exemple 10 points de recharge de 3 kVA sont nécessaires pour satisfaire un pic de consommation de l'ordre de 30 kWh. 2. Calibrage par le territoire et les fluctuations de fréquentation : <ul style="list-style-type: none"> • Pics de demande sur un lieu de recharge donné au cours de la semaine – pics de fréquentation et de concentration des flux de véhicules (exemple le samedi sur un centre commercial²³) ; • Répartition géographique du besoin de recharge sur le territoire (notion de maillage pour la recharge à visée de « réassurance » - espacement d'environ 20 km entre les bornes) • Première évaluation d'un nombre de points de recharge publics principaux pouvant être partagés durant la journée (20% de ces derniers), du fait de la concordance entre les zones résidentielles et d'activité 3. Calibrage du nombre de points de recharge pouvant délivrer entre 3 à 22 kVA vs. 3 kVA uniquement : calibrage selon les usages du client (temps de stationnement moyen, min et max sur le lieu de recharge). <ul style="list-style-type: none"> ➤ Suivant nos estimations, un tiers²⁴ des lieux de recharge partagés sont favorables à un stationnement court (moins d'une heure), donc plus favorable à des bornes permettant de délivrer du 3 et du 22 kVA.

Figure 15

²³ Benchmark sur des Centre Villes et Hypermarchés où les pics d'affluence amènent une population généralement trois fois supérieure à la moyenne (ex. Hypermarché un samedi par rapport à la moyenne de la semaine).

²⁴ Benchmark – Etude Montpellier

Les principaux résultats : concernant le lieu de recharge principale, les 3 300 véhicules prévus en 2015 pour une agglomération de 500 000 habitants se traduisent par un nombre de point de recharge principale équivalent, soit 3300 PDC environ.

Définition du nombre de PDC en 2015 pour la recharge <u>principale</u> pour une agglomération de 500 mille habitants			
Lieu de stationnement	# véhicules	# PDC / véh.	# PDC
Privé – Particuliers	2 000	1	2 000
Privé – Entreprises	650		650
Parking public	159		159
Voirie	504		504
TOTAL	3 313		3 313

Figure 16

Pour les lieux de recharge secondaire, la prise en compte des différents critères conduit à une estimation du nombre de points de recharge total de l'ordre de 250 PDC, dont 70 en puissance accélérée (3 à 22 kVA). Ceci correspond environ à un ratio de ~ 0,1 PDC ouvert au public par véhicule dans le parc, pour la satisfaction des besoins de charge « secondaire ».

Définition du nombre de PDC partagés en 2015 devant être déployés pour l'agglomération de 500 mille habitants						
Lieu de stationnement	Pic de demande en kWh	# Nombre de PDC minimal	Ajustement par la géographie	Déduction des PDC principaux partagés	Nombre de PDC total	Dont PDC en 22 kVA
Parking public	72	24	+ 48	-32	40	12
Voirie	213	71	+142	-100	113	34
Privé (hôtels, hivers etc.)	84	28	+ 56		84	25
Charge rapide	10	1	+ 9		10	
					TOTAL	71
					247	

Figure 17

Illustration

À titre d'exemple, le calibrage pour le Parking Public est réalisé de la manière suivante :

- Le Pic de demande identifié est de 72 kWh (correspond à la demande entre 13h et 14h dans la journée) ;
- Le nombre de points de recharge minimal est de 24 (car 24 PDC de 3kVA permettent de répondre à cette demande en pic de 72 kWh) ;
- En prenant en compte les aspects géographiques, le nombre de PDC minimal est multiplié par 3, soit $24 + 48 = 72$;
- Par ailleurs, 20% des prises dédiées au stationnement principal peuvent être partagées, soit $20\% \times 159 = 32$ PDC.
- Le nombre total de PDC à 3 kVA est ainsi de 40, dont 30% (dont 12 PDC) peut être calibré pour réaliser du 3 à 22 kVA en raison des temps de stationnement réduits (moins d'une heure).

Plan de déploiement dans le temps

Il est recommandé un déploiement de l'infrastructure de recharge sur **un rythme biennal** afin d'intégrer le retour d'expérience des bornes déployées les années précédentes, de possibles ajustements au rythme d'émergence du marché, et les délais de mise en place du projet (définition du projet / ingénierie, validation administrative, etc.), excepté en 2011 (légère anticipation des investissements au démarrage pour donner une visibilité à l'infrastructure).

Par ailleurs, l'infrastructure déployée l'année N correspond au besoin de recharge du parc de véhicule de l'année N+1 (ex. le parc de bornes installé en 2014 correspond à l'incrément nécessaire pour satisfaire les besoins des 3 300 véhicules attendus en 2015).

A 2014, la satisfaction des besoins de charge du parc de VE / VHR implique d'avoir environ 900 PDC installés, dont plus des 2/3 (~ 660) pour satisfaire les besoins de charge principale des usagers qui stationnent la nuit sur espace public (soit ~ 20% du parc de véhicules, dans l'hypothèse d'une émergence homogène du marché des VEx pour chacun des segments d'usagers). La question d'évaluer la pertinence de servir ce segment de marché dès le début du déploiement de l'infrastructure relève plus de l'ambition de la collectivité que des prévisions du Groupe de Travail.

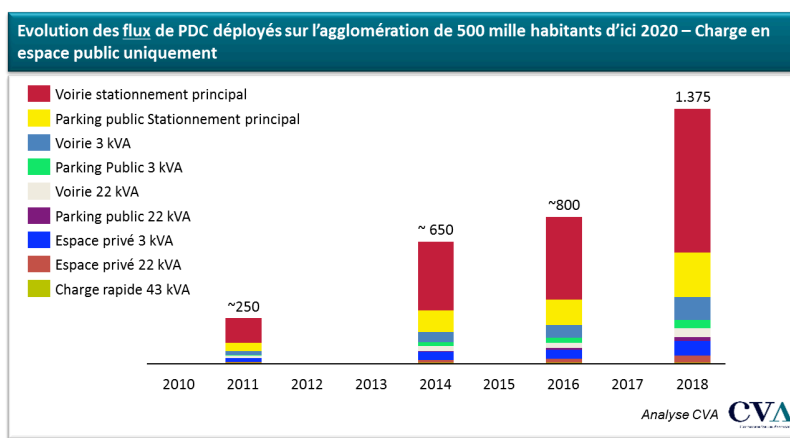


Figure 18

b. Les frais d'établissement et d'exploitation de l'infrastructure de recharge

Les frais d'établissement

Les principaux postes concernant les frais d'établissement sont²⁵ : le matériel (borne comprenant l'installation sur son socle), l'ingénierie (définition de la configuration technique du projet), le génie civil (réalisation de la tranchée, pose des fourreaux, des socles etc.) et le raccordement au réseau du distributeur d'électricité, pour la part non refactée²⁶ au Gestionnaire des Réseaux publics d'électricité.

²⁵ En raison de l'émergence du marché et des possibles évolutions technologiques, par ailleurs un coût de mise à jour des bornes pour « *retrofit* » (résolution d'un problème identifié) ou « *refurbishment* » (mise à niveau consécutive à une évolution technologique et / ou de norme) de l'ordre de 30% du coût du matériel est pris en compte dans cette analyse.

²⁶ 60% du coût total de raccordement.

Tandis que les frais relatifs au matériel sont amortis sur 8 ans, les autres frais d'établissement (génie civil, engineering et raccordement) sont généralement amortis sur 20 ans. Les frais d'établissement (dépenses d'investissement de capital CAPEX, par opposition aux dépenses d'exploitation OPEX) ci-dessous (figure 19) ont été établis sur la base d'entretiens avec différents acteurs tels que le Gimelec²⁷, des entreprises privées de travaux public ou encore sur la base de devis réalisés pour des expérimentations ou des projets d'Auto-partage de véhicules électriques. Ils constituent par conséquent une estimation 'moyenne' des coûts observés ou envisagés aujourd'hui (par PDC pour une station de 6 PDC, sauf pour la 43 kVA ou un seul PDC par station est envisagé), les frais d'établissement pouvant toutefois significativement varier et être optimisés en fonction de la configuration du projet (lieux, configuration de l'installation électrique, distance par rapport au réseau public de distribution d'électricité etc.) ou du nombre de points de charge dans la station. Les économies d'échelle sur les prix par point de charge (effet volume) (figure 20). Les économies d'échelle sur les prix par point de charge ont un effet importantes et portent tant sur le partage des frais de raccordement et du génie civil et sur l'ingénierie²⁸.

sur 20 ans 3x3 +2 = 11K€
la recharge ca fait environ 43 recharges par an

Les frais d'établissement²⁹ (CAPEX) par point de recharge (prise) et par poste de coût pour les différentes solutions de recharge (recharge normale, accélérée et rapide) pour une station de 6 PDC (sauf pour le 43 kVA). En milliers d'euros.

Durée de vie	Matériel (borne installée)		Engineering	Génie civil	Raccordement ³⁰	Total en 2011 Dont PDC en 22 kVA
	8 ans		20 ans			
	2011 - 2014	Après 2014				
3 kVA	Voirie : 3 k€	Voirie : 2,5 k€	0,2 k€	1,5 k€	0,2 k€	~ 5 k€ / PDC
	Parking : 2,2 k€	Parking : 1,7 k€				
3 - 22 kVA	+ 0,5 k€ par rapport à la 3 kVA			3,3 k€	0,8 k€	~ 8 k€ / PDC
43 kVA ³¹ (solution mixte AC + DC)	~30 k€	~23 k€	0,6 k€	20 k€	4,5 k€	~ 55 k€ / PDC

Figure 19

Source: Gimelec, Spie, ERDF, EDF.

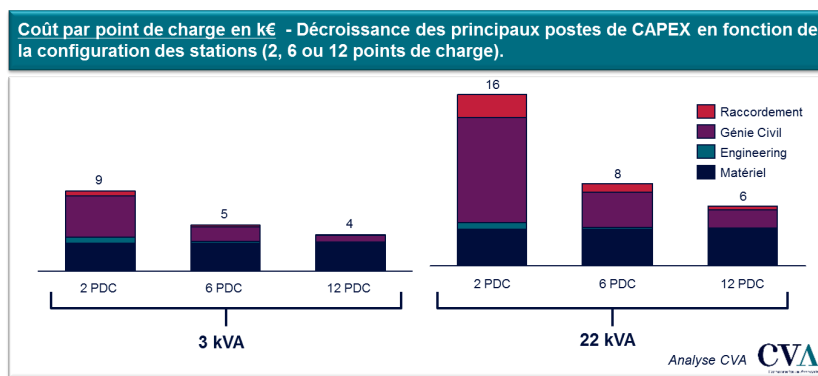


Figure 20

²⁷ Groupement des Industries de l'Équipement Électrique, du Contrôle-Commande et des Services Associés

²⁸ Coûts estimés dans le cas moyen d'un raccordement au réseau de distribution public, hors prise en compte de solutions spécifiques n'impliquant pas la création d'un PDL ad hoc (ex : solution Telewatt de Citelum, avec raccordement au réseau d'éclairage public).

²⁹ Source : Entretiens BTP, constructeurs, expérimentations, SPIE, EDF, ERDF, Gimelec.

³⁰ Part demandeur seulement, non réfactée sur le TURPE

³¹ Les hypothèses retenues pour la 43 kVA peuvent paraître prudentes, certains équipementiers affichant ou prévoyant des baisses de coûts importantes sur le court terme.

Les frais opérationnels

Les principaux frais opérationnels pour la gestion de l'infrastructure de recharge sont liés à :

- **La souscription de puissance**, suivant le niveau de puissance de recharge visé pour les bornes de la station et le taux de foisonnement (i.e. pourcentage de points de recharge pouvant délivrer le maximum de leur puissance – par exemple pour une station de 6 PDC pouvant délivrer du 3 à 22 kVA, il est considéré un taux de foisonnement de 50% lorsque la puissance souscrite est de 66 kVA soit, $22 \times 6 \times 50\%$).
Pour indication, les frais de souscription de puissance varient de 30 € à 995 € par an et par point de recharge suivant le niveau de puissance visé et la configuration de la station (nombre de PDC par station)³².
- **Les frais d'entretien-maintenance** (incluant le vandalisme). Ceux-ci sont estimés à environ 10% par an des frais de matériel pour la charge normale (3 kVA) et la charge accélérée (3 - 22kVA) et à 5% pour la charge rapide (43 kVA)³³.

Les frais d'approvisionnement en électricité ne sont en revanche pas pris en compte dans les calculs, ceux-ci pouvant fortement varier suivant la nature du gestionnaire de l'infrastructure de charge.

Les flux de décaissement dans le cas d'une agglomération de 500 000 habitants

Les frais d'établissement d'ici 2014 - pour la mise en place de l'infrastructure nécessaire aux 3 300 véhicules en 2015 – **s'élèvent à 5,5 M€ cumulés** et les **frais opérationnels à environ 0,5 M€ cumulés, non actualisés** (comprenant notamment l'entretien maintenance)

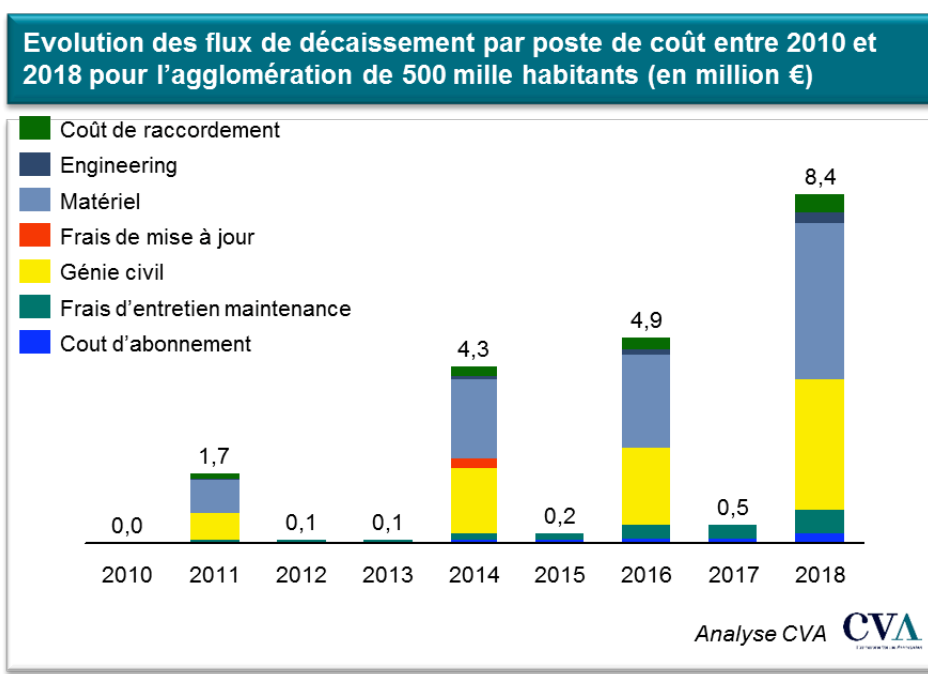


Figure 21

³² Voir Annexes pour une revue détaillée des frais de souscription.

³³ Entretien équipementiers électriques.

c. L'équilibre économique de l'infrastructure de recharge et la question de la tarification des usagers

Calcul des prix d'équilibre par point de recharge

Le « prix d'équilibre » est le prix qui devrait être exercé par kWh ou km (ou, par exemple, pour l'équivalent d'un « plein » complet de 25 kWh pour un véhicule 100% électrique) sur le client final lors de la recharge afin de pouvoir atteindre le seuil de rentabilité (point mort) du projet d'infrastructure de charge, y compris rémunération du capital (i.e. valeur actuelle nette du projet nulle).

Ce prix d'équilibre dépend par conséquent fortement du taux d'utilisation des points de recharge et de la fréquentation : plus le point de recharge sera utilisé, moins le coût devant être porté sur chaque recharge et chaque client sera important.

C'est ce qu'illustre la figure 22 ci-dessous où est représenté le prix d'équilibre d'un « plein complet » de 25 kWh (axe vertical) pour les différentes solutions de recharge en fonction du taux d'utilisation du point de recharge par semaine en kWh tirés (axe horizontal), en voirie (3 ou 22 kVA) ou en recharge rapide (43 kVA).

Le point vert ● représente ainsi le prix d'équilibre devant être exercé suivant le calibrage réalisé pour le cas de l'agglomération de 500 000 habitants, et le profil de roulage des usagers dans le parc (~ 13 000 km par an).

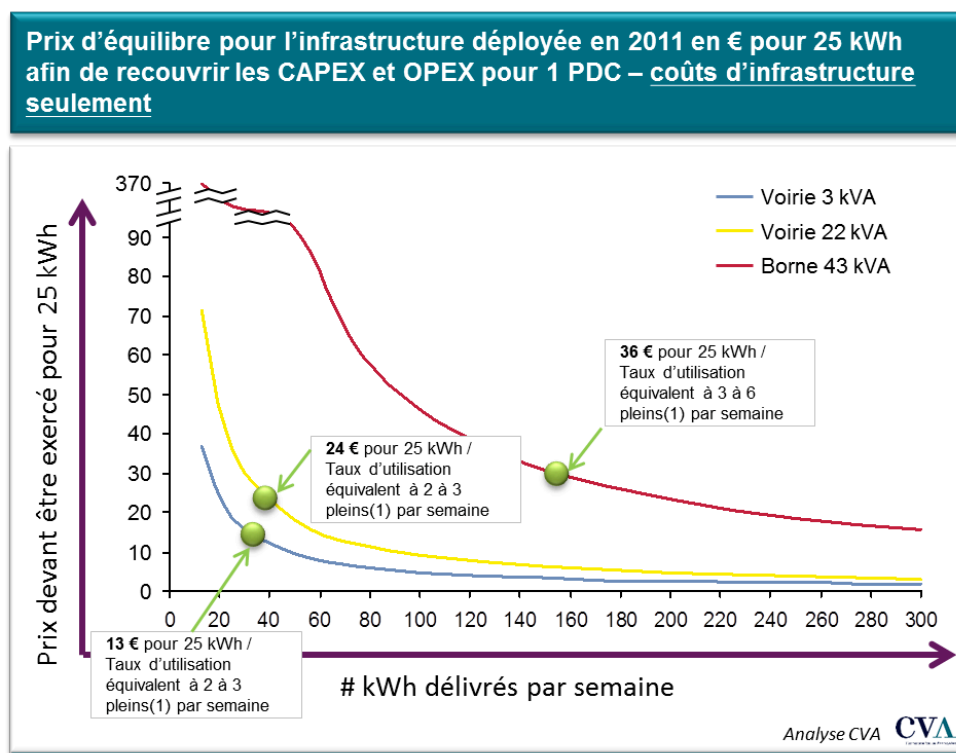


Figure 22

Il est à souligner que les hypothèses suivantes ont été prises en compte pour le calcul des prix d'équilibre ci-dessus :

- Seuls les coûts relatifs à l'accès à l'infrastructure de recharge sont inclus (frais d'établissement, coûts d'entretien maintenance et de souscription de puissance). De ce fait sont exclus : les frais relatifs à l'occupation de la place (frais de stationnement) et les frais d'électricité³⁴, étant entendu qu'il ne s'agit pas ici de frais additionnels liés à l'infrastructure. Le cas d'une possible baisse de fréquentation des places de stationnement est abordé dans la partie des plans d'affaires (d) ;
- Aucune subvention ou aide publique n'est considérée dans les prix d'équilibre.
- Les prix d'équilibre correspondent à l'infrastructure de recharge déployée en 2011, intégrant notamment des frais de mise à jour. Pour des bornes déployées en 2014, il est observé une baisse de ces prix d'équilibre de l'ordre de 20 à 30%, du fait notamment de la baisse tendancielle des prix par PDC avec l'accroissement des volumes sur le marché, et de l'absence de coût de mise à jour (*refurbishment*³⁵).

Calcul des coûts totaux de possession et compatibilité avec la compétitivité des VEx

Sur la base des prix d'équilibre calculés ci-dessus, une estimation de coûts totaux de possession du véhicule sur une durée de vie estimée à 8 ans est reconstituée (hors prise en considération des problématiques de valeur terminale du véhicule).

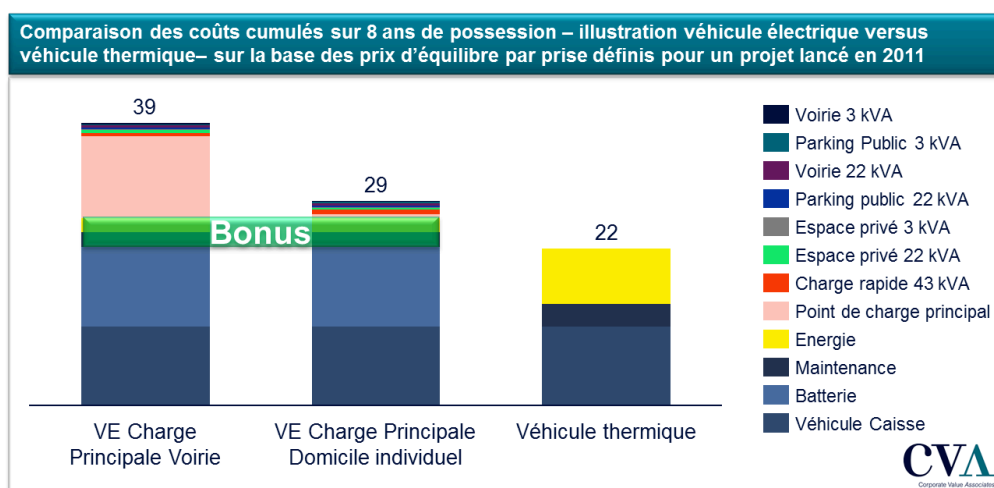


Figure 23

Ces coûts totaux de possession incluent :

- la caisse de la voiture (environ 11 000 euros pour les véhicules électriques et thermiques) ;
- la batterie (coût estimé à ~ 550 € / kWh en 2012) ;
- l'énergie (coût d'électricité de 100 € / MWh, coût de l'essence à 1,4 € / l, y compris fiscalité) ;
- un bonus écologique (5 000 € pour les véhicules électriques³⁶) ;
- l'accès au point de recharge principal (voirie : prix d'équilibre du kWh × nombre de kWh consommés en recharge principale sur voirie sur 8 ans ; domicile individuel : hypothèse de 500 € l'installation pour la prise dédiée à la maison) ;
- l'accès aux points de recharge partagés (voirie, parking public ou privé en recharge normale, accélérée ou rapide : prix d'équilibre du kWh × nombre de kWh consommés sur ces différents lieux de recharge durant 8 ans).

³⁴ À titre d'information, le coût d'électricité pour un plein de 25 kWh peut être estimé à environ 2 €.

³⁵ Hypothèse d'une baisse des coûts de près de 10% par an à compter de 2012.

³⁶ Plafonné à 20% du prix du véhicule.

S'il apparaît que le bonus écologique de 5 000 € permettrait de couvrir en partie la différence de coût entre le véhicule thermique et le véhicule électrique (y compris pour l'accès à l'infrastructure de recharge à domicile), l'accès aux infrastructures partagées représente en revanche un coût supplémentaire en défaveur de la compétitivité des véhicules électriques, que ne couvre que très partiellement les aides existantes.

Ce coût peut être très significatif (environ 9000 € sur 8 ans) pour **les usagers qui stationnent de façon principale sur espace public**. Cet élément doit être considéré par les collectivités territoriales dans le calibrage de l'infrastructure de recharge et la hiérarchisation des segments de clientèle à desservir en premier. **A cet égard la recharge secondaire sur espace public, partagée entre plusieurs usagers, pourrait apparaître plus prioritaire et économiquement plus efficace pour le décollage du marché que la recharge principale dans le domaine public.**

La question de la tarification des usagers

A la vue des coûts totaux de possession détaillés ci-dessus, il semble difficile de faire porter une part significative des coûts relatifs à l'infrastructure de recharge publique sur le client final, sans porter atteinte à l'économie du véhicule rechargeable, et aux perspectives de son émergence, à minima sur les premières années de démarrage du marché. Une fois passée cette première phase, et du fait des décroissances attendues des principaux postes de coûts des VEx (batteries, infrastructure) et de l'amélioration des prévisions de marché et de fréquentation, un financement plus substantiel par les prix peut-être envisageable.

Pour autant, il paraît indispensable, dès le démarrage du marché, de conserver un signal tarifaire (prix) auprès du client, pour l'accès à l'infrastructure de charge publique, afin de :

- éviter de donner au consommateur final l'impression qu'il s'agisse d'un service gratuit ;
- Autoriser l'exercice de prix différenciés selon les paliers de puissance de charge, voire les heures, à la fois pour répondre à la notion d'un service de charge « premium » (plus de flexibilité, notion d'assurance), mais aussi pour réduire le recours à des charges rapides, moins vertueuses quant à leur impact réseau et environnemental (risque de recharge sur les pointes carbonées) ;
- **anticiper les évolutions favorables du marché, telle qu'une baisse des coûts de batterie et de l'infrastructure de recharge**. Dans ces conditions, une amélioration de la compétitivité des véhicules rechargeables par rapport aux véhicules thermiques pourrait signifier une plus forte capacité du client final à payer sa recharge. Il sera à ce moment-là plus facile d'augmenter les tarifs plutôt que de rendre payant un service jusqu'alors gratuit.

Si des enquêtes détaillées doivent être menées afin de situer le seuil minimal de ce signal tarifaire et comprendre ainsi l'élasticité prix de la demande, il paraît en première approche **que le tarif pour une recharge normale dans les espaces ouverts au publics doit à minima correspondre au coût d'une recharge dans un domicile privé (infrastructure + électricité), soit environ 30 c€ pour 1 heure de recharge**. Des facteurs multiplicatifs doivent aussi être appliqués pour la recharge accélérée ou la recharge rapide.

d. Les enjeux en matières de flux de décaissement à l'échelle des 13 collectivités territoriales signataires de la Charte d'Avril 2010 et des 25 plus grandes agglomérations de France

Les enjeux à l'échelle des 13 collectivités signataires de la Charte d'Avril 2010, plus Monaco

Pour ces 14 collectivités³⁷, environ 25 000 bornes sont à déployer à horizon 2015, dont près de la moitié pour la charge principale en voirie. Cela représenterait des flux de décaissement cumulés de l'ordre de 180 M€ à 2015.

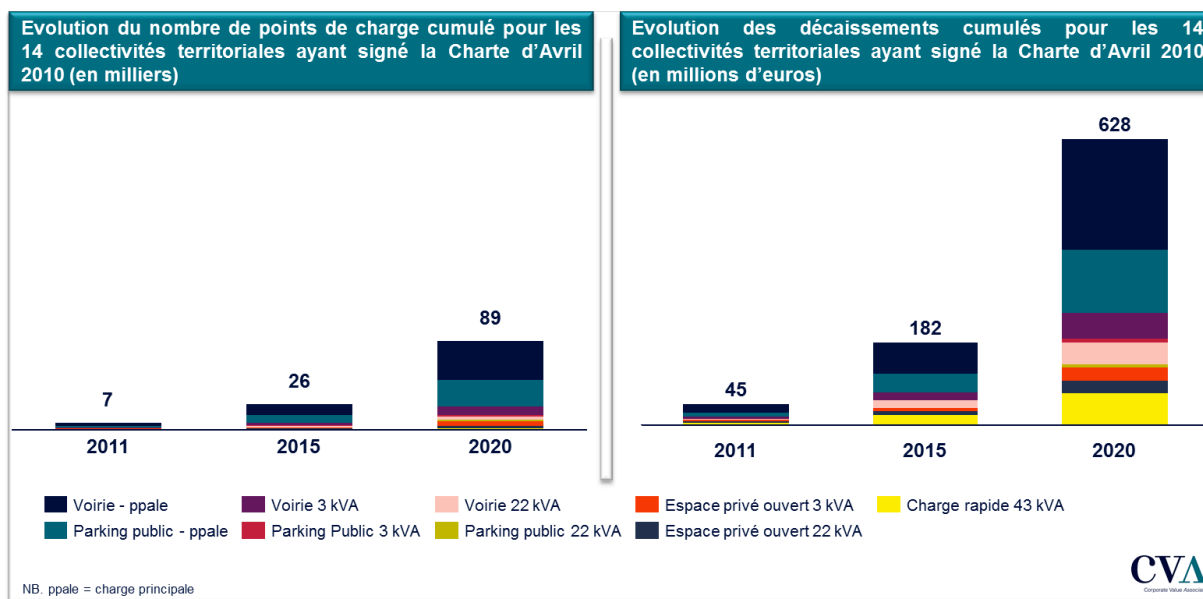


Figure 24

Les enjeux à l'échelle des 25 plus grandes agglomérations de France

Pour les 25 plus grandes agglomérations de France – auxquelles sont ajoutées 4 collectivités territoriales n'en faisant pas partie mais ayant signé la Charte – le nombre de points de charge cumulé à horizon de 2015 est de l'ordre de 44 000 pour des flux de décaissement cumulés d'environ 300 M€. Ces agglomérations - qui représentent près de 50% de la population française – devraient comprendre les deux tiers de l'infrastructure de charge à l'échelle nationale en raison des plus fortes densités urbaines, justifiant une plus grande concentration de bornes (possibilité d'avoir des taux d'usage des bornes plus élevés).

Il est à noter par ailleurs qu'un décalage d'un an est pris en compte pour le déploiement de l'infrastructure de recharge dans les collectivités non signataires de la Charte (démarrage en 2012).

³⁷ Agglomérations : Angoulême, Bordeaux, Nancy, Orléans, Nice, Aix en Provence, Grenoble, Rouen, Paris, Strasbourg, Rennes, Le Havre, le Rochelle (+ Monaco).

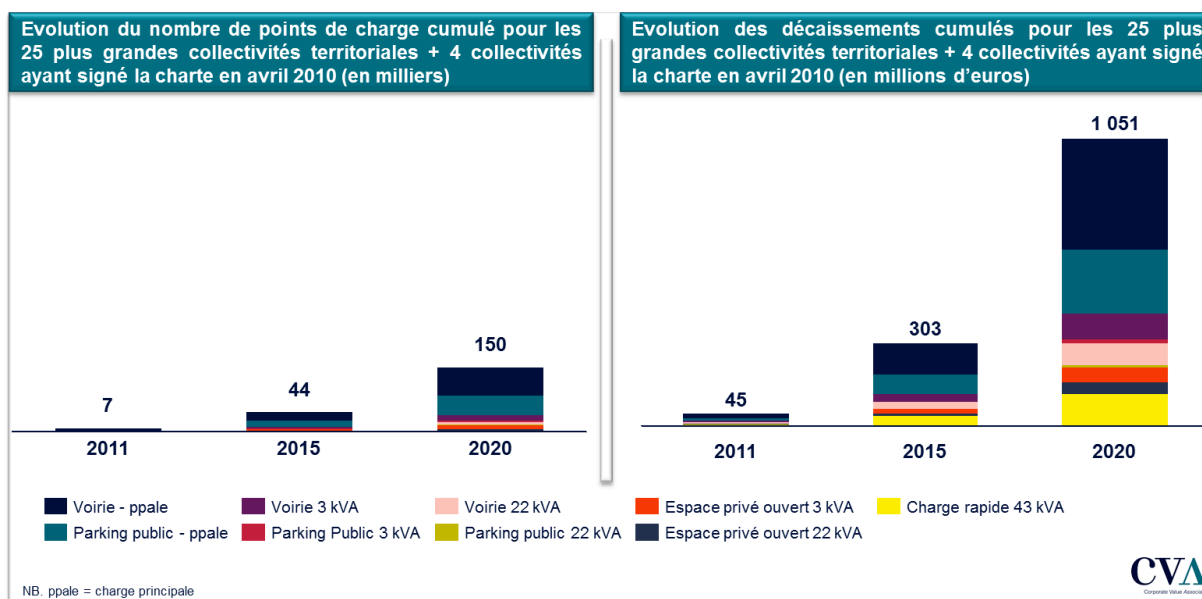


Figure 25

e. Les modèles économiques possibles d'intervention des collectivités territoriales et leurs plans d'affaires chiffrés³⁸

Les différents cas d'espaces ouverts au public à considérer

L'identification des modèles économiques les plus pertinents pour la mise en place d'infrastructures de charge ouvertes au public doit tenir compte de la diversité des espaces de stationnement, et notamment de leur mode de gestion.

Trois grands cas ont été considérés dans l'analyse :

- **Les espaces de stationnement public gérés par un concessionnaire** (de type Vinci Park, Effia, Q-Park...) dans le cadre d'un contrat de DSP (Délégation de Service Public), soit en ouvrage (parking public) soit sur voirie : il s'agit du stationnement public concédé. Dans cette situation, il existe déjà un opérateur et un cadre contractuel pour assurer la gestion du stationnement.
- **Les espaces de stationnement en domaine public gérés directement par la collectivité dans le cadre d'une régie** (parkings publics en ouvrage, ou en voirie). Dans ce cas, il n'existe pas d'opérateur intermédiaire, et hormis le choix de la collectivité de gérer le service de recharge public sur ces espaces en régie directe, elle doit créer un contrat ad hoc et faire appel à un opérateur spécifique.

³⁸ Il est à noter que toute question relative aux compétences confiées aux communes, les collectivités peuvent s'adresser directement aux préfetures.

- **Les espaces privés ouverts au public** : il s'agit de la catégorie la plus hétérogène, celle-ci recouvrant à la fois les stations-service, les aires de services périurbaines des sociétés d'autoroute, les parkings des hypermarchés, les parkings d'hôtel etc... Deux cas sont à distinguer parmi ce groupe pour l'établissement de modèles économiques pertinents : **(i) le cas des espaces privés ouverts au public en sous-concession** (stations-service sur des aires d'autoroute, sous-concédées au distributeur de carburants par la société d'autoroute), pour lesquelles il existe un contrat et un cahier des charges décrivant certaines caractéristiques du service à fournir ; **(ii) le cas des espaces privés ouverts au public, propriété de personnes privées** (parkings d'hypermarché, stations-services en ville...).

Plus de onze modèles juridico-économiques ont été identifiés pour ces trois types d'espace de recharge possible. Tous ne sont pas listés dans cette partie du Livre Vert. Leur description détaillée est reportée en annexes (voir détail des résultats de l'analyse CVA). Les résultats du processus d'évaluation qui a été réalisé systématiquement pour chacun d'eux sont décrits ci-après.

Six critères d'évaluation retenus

Six critères d'évaluation ont été retenus afin de mettre en priorité les différents modèles économiques identifiés :

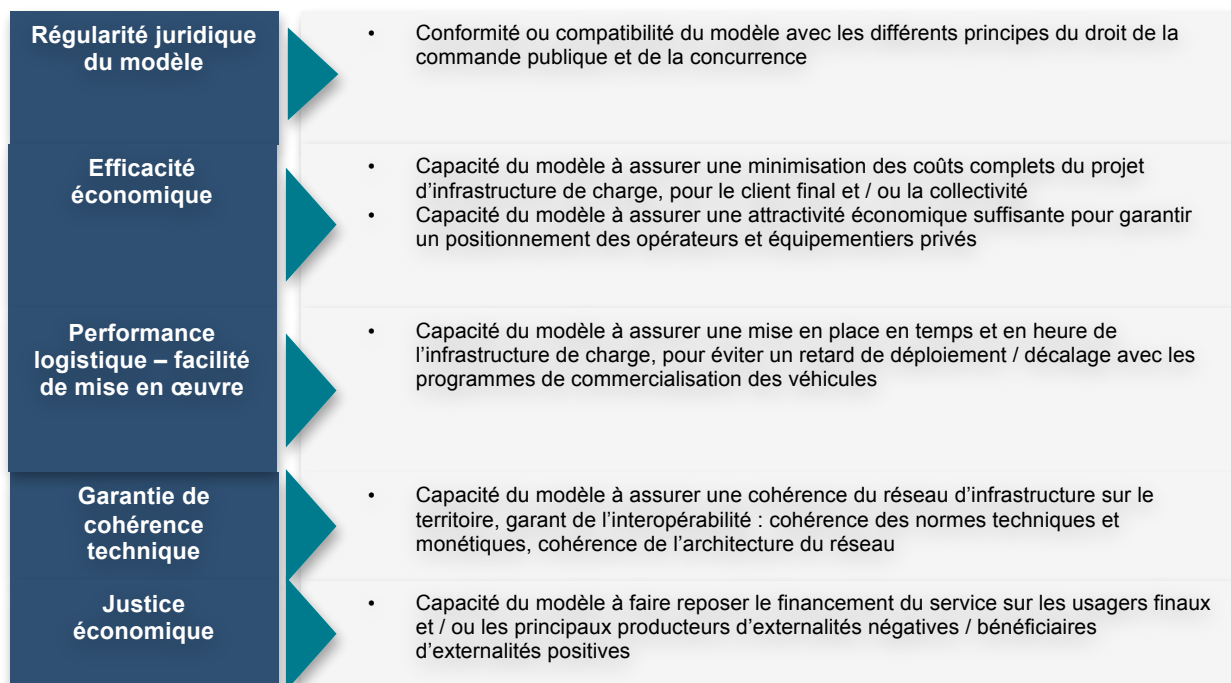


Figure 26

Identification et description des modèles prioritaires pour chaque type d'espace public : 3 modèles prioritaires

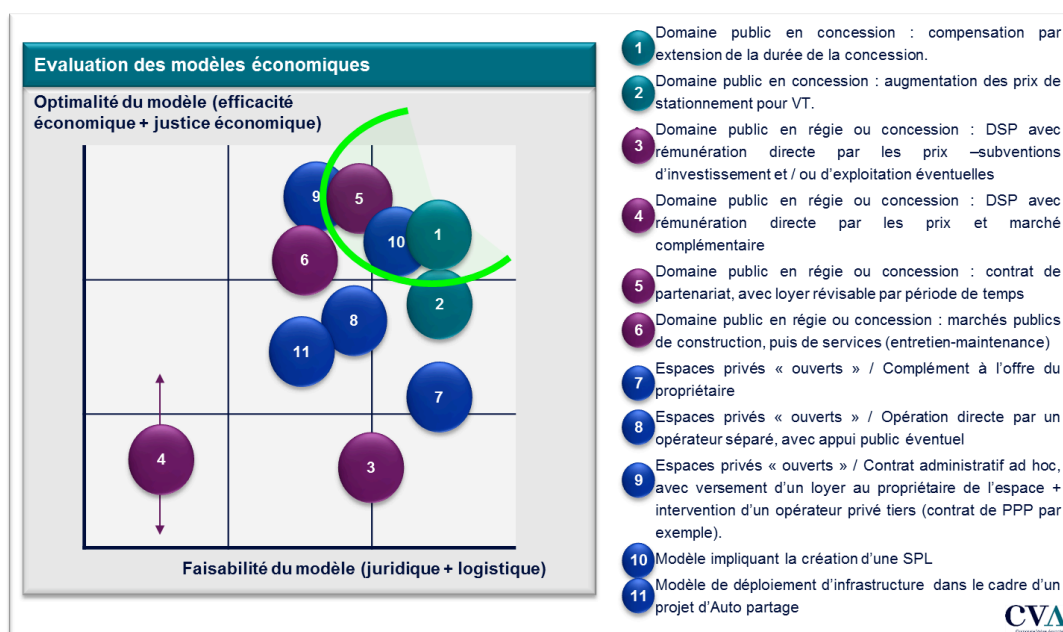


Figure 27

Avant toute considération sur les modèles économiques pertinents pour la recharge ouverte au public, il convient de faire quelques remarques d'ordre général : s'agissant d'un service public local facultatif (Loi Grenelle II, Art 19 bis), l'intervention d'une collectivité en matière de recharge publique est conditionnée par l'existence d'une carence de l'initiative privée pour la mise en place de ce service. Sitôt établie cette carence, la collectivité peut se substituer à l'initiative privée, soit en régie, soit en faisant appel à des modes de contractualisation. Le modèle de l'initiative privée, *a priori* été considéré comme insuffisant au démarrage du marché, les conditions économiques n'apparaissant pas suffisantes pour attirer l'investissement privé.

Trois modèles économiques et de modes d'intervention des collectivités ont été retenus comme particulièrement pertinents pour le déploiement et le financement d'infrastructures de recharge publiques au démarrage du marché.

Le modèle d'avenant au contrat de DSP, dans le cas d'espaces de stationnement publics gérés par un concessionnaire (en ouvrage ou voirie) :

Ce modèle (dit modèle « 1 » dans la figure 27) consisterait à négocier un avenant au contrat de DSP avec le concessionnaire, pour que celui-ci intègre l'installation et l'exploitation de points de charge publics dans le périmètre de son service. Les surcoûts liés peuvent donner lieu à compensation, négociée avec le concessionnaire, le levier ici envisagé étant d'allonger la durée du contrat d'un temps nécessaire pour recouvrir les frais d'établissement et d'exploitation du service.

Ce modèle présente les avantages suivants, qui le rendent particulièrement efficace :

- Pas d'augmentation de prix pour les usagers du stationnement, et absence d'impact direct pour les budgets publics : les usagers du service de stationnement finançant à tarif égal les frais lors de la prolongation du contrat ;
- Application partielle d'un principe pollueur-payeur, la majeure partie des contributeurs étant les véhicules thermiques ;
- Pratiques courantes des avenants au contrat, dans le cas de DSP longues ;
- Des avantages logistiques évidents de mise en œuvre : pas de nouvel appel d'offres, simplicité et vitesse de mise en œuvre pour la collectivité.

Sa performance est toutefois conditionnée à deux points à valider :

- La possibilité d'assurer dans ce cadre le financement d'un service (recharge électrique), par une majorité de clients qui ne consomment pas ce service (les véhicules thermiques). S'agissant d'un contrat de DSP, il est possible que le droit appelle un financement et une comptabilité séparés des services, avec impossibilité d'utiliser les leviers, même efficaces, envisagés dans ce « modèle 1 » ;
- Le risque d'une distorsion de concurrence, dans le cas où la modification du contrat deviendrait trop substantielle (allongement de temps) : ce risque semble faible dans le cas d'une DSP portant sur un parking en ouvrage, où les frais liés à la construction et l'exploitation de l'ouvrage même sont très importants en comparaison de ceux de l'infrastructure de charge. Il est moins certain que ce soit le cas dans le cadre de DSP de gestion des parcs en voirie, où les frais d'établissement et d'exploitation sont plus faibles en comparaison des frais d'un service de recharge.

Dans le cas où l'un de ces risques rendrait impossible l'application de ce modèle, il est recommandé un mode d'intervention avec réservation de places hors du contrat de la DSP, compensation du concessionnaire, et création d'un appel d'offres ad hoc pour la gestion du service de recharge, sous forme d'un PPP (cf. ci-après).

Dans le cadre de ce modèle, il est estimé que le délai de concession supplémentaire à mettre en œuvre pour couvrir l'ensemble des coûts (frais d'établissement et frais opérationnels) pour les bornes déployées en 2011 et 2014 est de l'ordre de **6 mois à un an**³⁹, en fonction des conditions existantes pour la concession, et dans le cas d'un parking en ouvrage (date de lancement de la concession etc.)⁴⁰.

³⁹ Pour tous les plans d'affaires conçus dans cette section, aucun revenu ne provient du client final pour la recharge. Dans un cas réel, ces revenus pourraient par exemple être déduits des avantages accordés au concessionnaire de parking (extension de la durée).

⁴⁰ Voir Annexe pour les hypothèses et le détail des calculs.

Le modèle du PPP, dans le cas d'espaces de stationnement publics en régie directe (voirie ou parkings en ouvrage), et des espaces privés ouverts (cas de carence de l'initiative privée i.e. cas où il n'y a pas d'investisseur privé prenant l'initiative) :

Le modèle le plus pertinent (dit modèle « 5 » dans la figure 27 – modèle « 9 » dans le cas d'espaces privés) consiste pour la collectivité à lancer un appel d'offres sous la forme d'un PPP, pour l'équipement d'un ou plusieurs lots d'infrastructures publiques

Ce modèle présente les avantages suivants :

- Une forte prévision des flux financiers pour l'opérateur privé, qui porte le risque industriel, mais pas les risques de marché (fréquentation) ;
- Un modèle flexible, autorisant l'exercice d'un signal tarifaire sur le client final, l'opérateur récupérant les recettes qui retournent alors à la collectivité : un levier pertinent pour doter les collectivités d'une opportunité de retour sur investissement ;
- Une gestion des risques d'interface entre les lots de l'appel d'offres par le consortium répondant, et non par la collectivité ;
- La fourniture d'une solution de trésorerie.

Le seul point qui peut venir limiter sa performance est d'ordre logistique : des temps de mise en œuvre et de négociation généralement longs (~ 1 an), mais qui restent de toute façon équivalents à la mise en œuvre de plusieurs marchés publics (construction, entretien-maintenance).

Il est important de noter que ce mode d'intervention autorise aussi une intervention sur des espaces privés ouverts, en cas de carence de l'initiative privée. L'autorité publique, pour peu qu'elle paie un loyer pour les places qu'elle utilise, peut lancer un appel pour qu'un opérateur équipe et exploite un service de charge. Cette intervention ne se justifiant toutefois qu'en cas d'insuffisance de l'initiative du propriétaire de l'espace.

Dans le cadre d'un contrat de partenariat, le coût du loyer pour un cas d'agglomération de 500 000 habitants est d'environ **900 000 € par an sur 10 ans**, afin de couvrir l'ensemble des coûts (frais d'établissement et frais opérationnels) pour les bornes déployées en 2011 et 2014.

Le modèle de l'intervention via la création d'une personne morale ad hoc – la Société Publique Locale (SPL) :

Ce modèle (dit modèle « 10 ») présente les avantages suivants :

- Il autorise une intervention à la fois sur les espaces publics et privés, la société pouvant investir, moyennant généralement loyer sur des espaces privés ouverts, pour exploiter des PDC ;
- Il permet aux collectivités publiques un retour sur investissement de l'exploitation, via une remontée de dividendes dans le cas d'un signal tarifaire suffisant ;
- A long terme, dans l'hypothèse d'une activité génératrice de flux financiers positifs, la SPL peut organiser l'affermage de ses actifs et se faire rémunérer par un loyer, ou (sous réserve d'une possibilité de liquidation de ces actifs publics) la liquidation de ceux-ci auprès d'opérateurs privés qui en assureraient l'exploitation.

La limite suivante doit être rappelée :

- La création d'une SPL ne supprime pas l'obligation de cette personne morale d'avoir recours à des contrats administratifs pour équiper les places de stationnement en PDC. C'est donc plus une structure performante de participation et de regroupement de collectivités publiques, autorisant des investissements à temps de retour longs, qu'un mode spécifique de commande publique. A ce titre elle n'est pas plus flexible ou performante en vitesse de mise en œuvre qu'un PPP ou un marché public.

Trois modèles sont apparus envisageables mais présentent une performance moindre au regard des précédents :

Le « modèle 2 » (figure 27) : dans le cadre d'un espace de stationnement public concédé, l'avenant au contrat de DSP, contre une compensation par augmentation des prix.

- Modèle présentant les mêmes avantages que le n° 1, avec l'incertitude de l'impact de l'augmentation des prix de stationnement sur le taux d'utilisation / le revenu généré par cette activité (élasticité prix de la demande). Le contrôle par ailleurs des prix est plus difficile sur voirie, s'agissant d'une compétence du maire, et non pas du concessionnaire.

Dans le cadre de ce modèle, il est estimé que l'augmentation des prix pour un parking en ouvrage serait comprise entre 1% et 2% suivant les conditions existantes pour la concession (date de lancement du contrat, versus date d'investissement dans l'infrastructure), afin de couvrir l'ensemble des coûts (frais d'établissement et frais opérationnels)

Le « modèle 6 » (figure 27) : Dans le cadre d’espaces publics en régie - Marchés publics de construction, puis de services (entretien-maintenance).

- Il présente l’avantage d’un coût global optimisé car pas de solution de financement associée au marché public. En revanche, il n’offre pas de facilité de trésorerie pour la collectivité.
- Un inconvénient peut être la complexité de mise en œuvre possible (publicité et mise en concurrence, différenciation des lots, la collectivité doit organiser et prendre le risque d’interface entre ceux-ci).

Le « modèle 11 » (figure 27) : mise en place de l’infrastructure de charge ouverte au public dans le cadre de la mise en place d’un service de mobilité électrique (Véhicules électriques en libre-service).

Ce modèle consiste à inclure dans le cadre d’une DSP pour la création d’un service de VE en libre-service (VLS), un lot au contrat visant à l’établissement et à l’exploitation de PDC ouverts au public sur les stations dédiées au service d’auto-partage. Le schéma présente les avantages suivants :

- La possibilité d’exploiter de fortes économies d’échelles entre les services, du fait du partage des frais de raccordement, ingénierie, génie civil, mais aussi de la maintenance des stations ;
- Le bénéfice d’un fort effet promotionnel, le VLS autorisant une forte communication sur le sujet des VEx et l’essai de ces derniers

Il ne répond pas en revanche à la question selon laquelle s’agissant d’un service séparé du service de mobilité dans le cadre d’une DSP, il doit présenter un financement séparé et autonome, sans pour autant que les subventions ne viennent limiter le risque économique que doit porter l’opérateur (situation de DSP). Dans ces conditions, il semble difficile d’en faire un modèle principal de déploiement de l’infrastructure. Il semble possible en revanche de l’utiliser de façon minoritaire, tant que la part des investissements liés à cette infrastructure ne pèse pas trop sur l’équilibre global de la DSP, ou alors de faire un appel d’offre séparé en PPP ou marché public pour l’installation et la gestion de ces points, tout en bénéficiant des avantages liés au lancement du service de VLS (économies d’échelle, effet promotionnel).

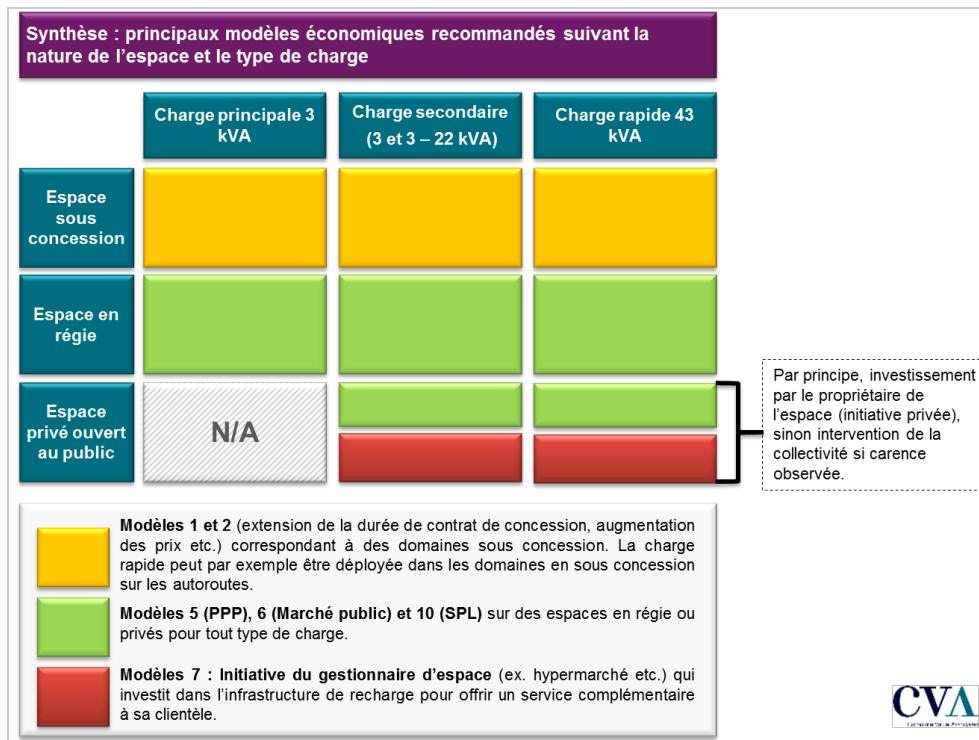


Figure 28

NB. Le modèle 11 n'est pas propre à une nature d'espace ou de charge

Répartition des investissements à horizon 2015 suivant la configuration du projet

Pour les 14 collectivités, entre 120 et 140 M€ de décaissements cumulés pourraient se faire dans le cadre du modèle 1 ou 2 à horizon 2015, soit environ deux tiers des décaissements totaux.

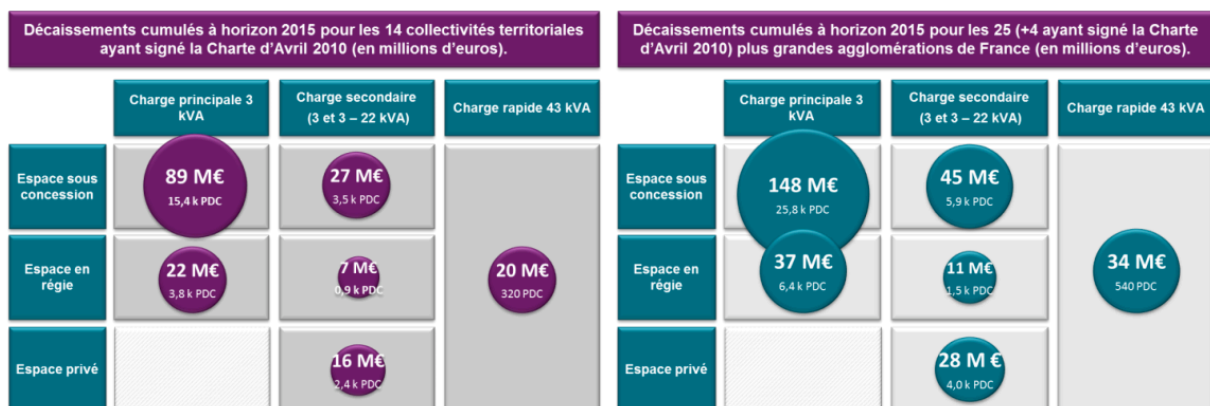


Figure 29
CVA

Partie III – Les modalités d'intervention de l'Etat pour le déploiement de l'infrastructure de recharge

Introduction

L'étude économique (partie II) a montré que :

- 1) **Une infrastructure publique est indispensable** pour assurer la confiance du consommateur et pour permettre la diffusion des véhicules électriques et hybrides rechargeables.
- 2) **Le prix du « plein » payé par le consommateur ne permettra pas de financer ce coût.** Suivant les modèles économiques, une intervention publique est nécessaire.
- 3) Il convient de déployer, dans **une phase pilote**, pour les années 2011-2015, une première vague d'infrastructures. La suite du déploiement pourra être ajustée en fonction du développement effectif du marché et des moyens financiers disponibles.

Les domaines d'intervention et les taux de soutien de l'Etat

Dans son rôle d'accompagnement des initiatives des collectivités territoriales, il est recommandé que l'Etat intervienne auprès des collectivités pour la mise en place de l'infrastructure de recharge dans le domaine accessible au public au cours de la première phase de déploiement (2011-2015), avec une modulation suivant les modèles économiques :

- 1) **Pour l'infrastructure de recharge publique dans les espaces sous concession**, (plus de 60% des cas), en ouvrage ou en voirie, il est recommandé d'inciter les collectivités à (re)négocier les avenants aux contrats existants, s'il n'y a pas de limitation juridique, afin que le concessionnaire réalise directement le déploiement des infrastructures.

Par exemple, s'il s'agit de mettre en œuvre un délai de concession supplémentaire, 6 mois à un an conviennent pour les bornes de recharge normale.

L'Etat pourra formaliser un accord cadre d'engagement avec les professionnels du stationnement.

- 2) **L'infrastructure de recharge publique dans les espaces hors concession** (régie), en alimentation **normale** (3KVA) ou **accélérée** (22KVA), **pourra bénéficier d'un taux de soutien de l'Etat à hauteur de 50% du coût d'investissement.**

Ce coût intègre les coûts du matériel, les coûts de génie civil, les coûts d'ingénierie et le raccordement au réseau (point de livraison) du distributeur d'électricité. Ne sont pas éligibles dans l'assiette les coûts de maintenance, les coûts d'abonnement ni les coûts liés au renforcement du réseau primaire.

- 3) **Les infrastructures de recharge rapide** (43KVA), installées dans des stations services, **pourront bénéficier d'un taux de soutien de l'Etat à hauteur de 30% du coût d'investissement.**

Ce coût intègre les coûts du matériel, les coûts de génie civil, les coûts d'ingénierie et le raccordement au réseau (point de livraison) du distributeur d'électricité. Ne sont pas éligibles dans l'assiette les coûts de maintenance, les coûts d'abonnement ni les coûts liés au renforcement du réseau primaire.

Ce type de recharge pourra se prêter à des formes de partenariat où interviendront de grands acteurs nationaux des services énergétiques.

- 4) **Sur les espaces privés**, l'État n'interviendra pas financièrement, mais il pourra formaliser un accord cadre d'engagement avec les professionnels du commerce et de la distribution.
- 5) **Dans le cas des services de mobilité du type auto-partage ou libre-service**, l'État interviendra suivant les mêmes modalités décrites ci-dessus, mais seulement pour l'infrastructure de recharge ouverte au public, non réservée aux véhicules de la flotte.

Le périmètre et les modalités d'intervention de l'État

La contribution de l'État se fera sous forme de **subvention**. Le montant total affecté à cette initiative est limité. Ces sommes seront attribuées au fur et à mesure de l'arrivée des dossiers complets, jusqu'à épuisement éventuel de l'enveloppe.

L'État a choisi le Programme Investissements d'Avenir pour apporter son soutien financier. Les actions de ce programme ont été précisées dans la loi de finances rectificative du 9 mars 2010, qui propose deux volets permettant de soutenir le déploiement des infrastructures de charge pour les véhicules électriques rechargeables en phase pilote. Sont éligibles :

1^{er} volet : les villes bénéficiaires de l'action « Ville de demain »

L'action « Ville de demain » permet d'apporter un soutien aux collectivités locales concernées dans leur initiative de déploiement d'infrastructures de charges à titre expérimental, au sein de projets urbains intégrés. Les villes éligibles à ce titre sont les 13 « Eco cités »⁴¹ labellisées en 2010 par le ministère en charge de l'urbanisme et de l'aménagement, ainsi que les villes qui seront sélectionnées en 2011 suite à un nouvel appel à projets lancé dans le cadre des investissements d'avenir.

2^{ème} volet : les groupements de communes⁴² ayant signé la charte du 13 avril 2010

L'action « Véhicule du futur » permet également d'apporter un soutien au déploiement d'infrastructures de charge. La convention signée entre l'État et l'ADEME, en date du 8 décembre 2010, indique que les signataires de la charte du 13 avril 2010 sont éligibles dans le cadre d'un appel à manifestation d'intérêt (**AMI**) qui sera lancé courant 2011.

⁴¹ Bordeaux, Clermont-Ferrand, Grenoble, Marseille, Metz, Montpellier, Nantes-St-Nazaire, Nice, Pays Haut Val d'Alzette, Plaine Commune, Rennes, Strasbourg-Kehl, Territoire de la Côte Ouest (la Réunion).

⁴² Pays d'Aix-en-Provence, Grand Angoulême, Bordeaux, Grenoble Alpes Métropole - Metro, La Rochelle, Le Havre, Grand Nancy, Nice Côte d'Azur, Orléans Val de Loire, Syndicat Mixte Paris Autolib, Rennes Métropole, Rouen-Elbeuf-Austreberthe - CREA, Strasbourg.

Les villes ou groupements de communes qui sont à la fois « Eco cités » et signataires de la charte soumissionnent au 1^{er} volet. Le 2^{ème} volet reste à ce jour réservé aux villes non « Eco cités » ayant signé la charte ;

Les éléments d'acceptabilité des dossiers

Le dossier devra être conforme au cahier des charges « Ville de demain » ou au format préconisé dans l'AMI édité par l'ADEME.

Les travaux devront être réalisés sur la période 2011-2015, les Ordres de Service faisant foi.

Le dossier devra intégrer le **plan complet de financement** des infrastructures de recharge prévues sur le territoire concerné.

Le dossier devra présenter le **cadre juridique** de réalisation des travaux et de gestion des infrastructures.

Le dossier devra également présenter un **plan de déploiement** cohérent avec :

- les préconisations et recommandations présentes dans ce Livre Vert (volet technique, partie I et annexes). La densité du maillage territorial devra être justifiée par rapport au nombre de véhicules attendus et à la topographie de la zone couverte ;
- les autres enjeux de mobilité et d'aménagement à l'échelle de la ville ou de l'agglomération (transports en commun, auto-partage ou libre-service, parkings mutualisés...).

Partie IV – Préconisations

Conformément à la lettre de mission (voir pages 3 à 5) qui autorisait, au-delà du Livre Vert, l'évocation de « tout autre point que vous jugeriez nécessaire... », je souhaiterais soulever **deux points** qui me paraissent **très importants pour l'avenir de la filière** du véhicule « décarboné ».

1. Volet financier

Dans la mesure où la France souhaite – ce que l'on est en droit d'espérer – rester dans le peloton de tête des pays qui favorisent la diffusion des véhicules « décarbonés », l'Etat, après cette première étape, doit veiller à la prolongation de son soutien économique, réglementaire et financier, certes adapté aux circonstances, mais que nous considérons comme vital pour l'avenir de la filière.

Nul n'ignore aujourd'hui les conséquences négatives, voire dramatiques, de politiques publiques de « stop and go ».

Aussi, nous souhaitons fortement que l'Etat se dote dans ce domaine, **au-delà du plan de 2009, d'une politique planifiée, de moyen-long terme**, opérationnelle pour confirmer à l'industrie d'abord, aux collectivités ensuite, et à nos concitoyens enfin, que les véhicules « décarbonés » constituent, de manière pérenne, un axe structurant de la politique industrielle et environnementale française, s'inscrivant parfaitement dans la démarche vertueuse du développement durable et du facteur 4.

Cet objectif ne sera atteint, selon nous, que si cette politique peut être mise en œuvre par une gouvernance adaptée.

2. Une gouvernance adaptée

La politique en faveur des véhicules « décarbonés » relève de plusieurs départements ministériels qui, chacun dans leur domaine, sont légitimes.

Pour autant, cette multiplicité d'intervenants, si elle peut être source d'enrichissements croisés, risque d'entraîner une complexité, un éparpillement des responsabilités et un manque de lisibilité susceptibles de porter préjudice à l'efficacité de la démarche.

Dans cette période critique du démarrage d'une filière qui est d'importance majeure pour l'avenir, nous pensons qu'il serait opportun de regrouper au maximum nos forces afin d'être les plus performants possible.

Aussi, nous préconisons une gouvernance adaptée à cet objectif principal, et donc qu'il soit créé **une véritable « task force » dédiée pour faire appliquer concrètement la politique décidée par l'Etat-stratège**.

Nous pensons que cette structure interministérielle devrait rendre compte directement au gouvernement. Elle devrait avoir à sa tête un responsable unique de très haut niveau, disposant d'une vraie autorité et doté de moyens financiers et humains lui permettant d'accomplir réellement sa mission, et donc d'être reconnu par tous.

Cette administration de mission serait limitée dans le temps, jusqu'à ce que la filière ait atteint sa vitesse de croisière. Elle n'aurait pas vocation à disposer de moyens pléthoriques, mais sa mission consisterait, dans le cadre de la politique définie par le gouvernement, de veiller à son application opérationnelle, de prendre si nécessaire des initiatives, d'évaluer l'action menée, d'aider, de soutenir et de fédérer les différents intervenants, et en tout état de cause d'optimiser au mieux les actions de chacun pour atteindre le but fixé.

Au vu de la diversité des services intéressés, de la complexité des prises de décision et, de la réactivité plus que jamais nécessaire dans cette phase, cette structure dédiée nous apparaît indispensable pour la réussite de la politique française du véhicule « décarboné ».

Annexes

a. Caractéristiques des véhicules rechargeables devant être commercialisés d'ici 2013

b. Contribution du GIMELEC au Livre Vert

c. Cartographie de l'AFNOR

d. Contribution d'ERDF au Livre Vert


e. Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité

f. Document de synthèse de l'étude CVA sur les modèles économiques de l'infrastructure de charge ouverte au public

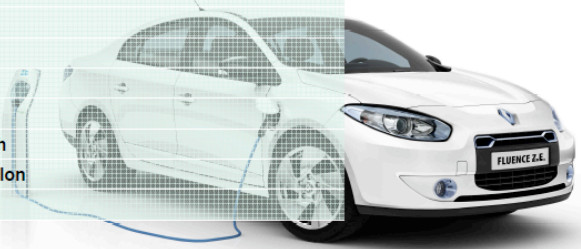
g. Plan national véhicules "décarbonés" du 1^{er} octobre 2009



Offres Renault – Illustration

FLUENCE ZE – Mi 2011



Dimensions	L 4.75 m x l 1.81m x H 1.46 m
Sièges	5
Traction	Avant
Moteur électrique	70 kW
Autonomie	160 km
Vitesse maximale	135 km/h
Batterie	Lithium Ion
Capacité batterie	24 kWh



Recharge :	2011	2012
Puissance admissible	Monophasé : 3,5 kW (230V / 16A)	Monophasé : 3,5/ 7 kW (230V / 16/32A) Triphasé: 11 à 43 kW (400V / 16 à 63A)*
Charge rapide	Non	Oui
Prise côté Véhicule	Type I	Type II
Mode de recharge	Mode 3 suivant IEC 61851	Mode 3 suivant IEC 61851
Conformité infrastructure de charge		
Echange Batterie	Oui	Oui

*Suivant conditions de température

CONFIDENTIEL
PROPRIETE RENAULT

| 1

KANGOO ZE – Mi 2011



Dimensions	L 4.21 m x l 1.83 m x H 1.82 m
Sièges	2
Traction	Avant
Moteur électrique	44 kW
Autonomie	160 km
Vitesse maximale	130 km/h
Batterie	Lithium Ion
Capacité batterie	24 kWh



Recharge :	2011	2013
Puissance admissible	Monophasé : 3,5 kW (230V / 16A)	Monophasé : 3,5/ 7 kW (230V / 16/32A) Triphasé: 11 à 43 kW (400V / 16 à 63A)*
Charge rapide	Non	Oui
Prise côté Véhicule	Type I	Type II
Mode de recharge	Mode 3 suivant IEC 61851	Mode 3 suivant IEC 61851
Conformité infrastructure de charge		
Echange Batterie	Non	Non

* Suivant conditions de température

CONFIDENTIEL
PROPRIETE RENAULT

| 1


TWIZY – 2^{ème} semestre 2011



Dimensions	L 2.3 m x l 1.2 m x H1.5 m
Sièges	2
Traction	Arrière
Moteur électrique	15 kW
Autonomie	100 km
Vitesse maximale	75 Km/h
Batterie	Lithium Ion
Capacité batterie	7 kWh



Recharge :

Puissance admissible	Monophasé : 2,3 kW (230V / 10 A)
Charge rapide	Non
Prise côté Véhicule	Câble attaché
Mode de recharge	Mode 3 , Mode 1* suivant IEC 61851
Conformité infrastructure de charge	
Echange Batterie	Non

* Utilisation domestique

CONFIDENTIEL
PROPRIETE REHAULT

| 1


ZOÉ – Mi 2012



Dimensions	L 4.08 m x l 1.69 m x H 1.56 m
Sièges	5
Traction	Avant
Moteur électrique	60 kW
Autonomie	160 km
Vitesse maximale	130 km/h
Batterie	Lithium Ion
Capacité batterie	24 kWh



Recharge :

Puissance admissible	Monophasé : 3,5/ 7 kW (230V / 16/32A) Triphasé: 11à 43 kW (400V / 16 à 63A)*
Charge rapide	Oui
Prise côté Véhicule	Type II
Mode de recharge	Mode 3 suivant IEC 61851
Conformité infrastructure de charge	
Echange Batterie	Oui (en option)

* Suivant conditions de température

CONFIDENTIEL
PROPRIETE REHAULT

| 2

Offres Nissan - Illustration

NISSAN LEAF		Année de sortie: 2011	
Dimensions	L 4,45 m x l 1,77 m x H 1,55 m		2011
Sièges	5 places		
Traction	Roues avant		
Moteur électrique	80 kW		
Autonomie	160 km *		
Vitesse maximale	144 km/h		
Batterie	Lithium-ion (développée en interne)		
Capacité batterie	24 kWh		
* Batterie à pleine charge sans utiliser la climatisation (mode urbain US LA4)			
Recharge :			
Puissance admissible	Monophasé 3.3kW (230V 16A AC)		
Charge rapide	Oui - 50kW DC – Cha de Mo		
Prise côté Véhicule	Type 1 (J1772)		
Mode de recharge	Mode 3 IEC 61851-1 Câble pour utilisation occasionnelle livré avec la voiture : - Prise côté voiture : J1772 - Prise côté réseau : E/F hybride, type schuko - Courant : 10A		
Conformité infrastructure de charge	Oui		
Echange Batterie	Non		
<i>Toutes les caractéristiques sont sujettes à modification</i>			

Offres Peugeot-Citroën - Illustration

Peugeot iOn – 2nd semestre 2010



Dimensions	L 3,39 m x l 1,47 m x H 1,60 m
Sièges	4
Traction	Propulsion
Moteur électrique	47 kW
Autonomie	130 km
Vitesse maximale	130 km/h
Batterie	Lithium ion
Energie batterie	16,3 kWh



Recharge :	
Charge normale	Monophasé : 3,5 kW (230 V / 16 A)
Prise côté véhicule	Type 1
Mode de charge	Mode 2 suivant IEC 61851
Charge rapide	Continue : 50 kW (400 V / 125 A)

Citroën C-ZERO – 2nd semestre 2010



Dimensions	L 3,39 m x l 1,47 m x H 1,60 m
Sièges	4
Traction	Propulsion
Moteur électrique	47 kW
Autonomie	130 km
Vitesse maximale	130 km/h
Batterie	Lithium ion
Energie batterie	16,3 kWh



Recharge :	
Charge normale	Monophasé : 3,5 kW (230 V / 16 A)
Prise côté véhicule	Type 1
Mode de charge	Mode 2 suivant IEC 61851
Charge rapide	Continue : 50 kW (400 V / 125 A)

Citroën Berlingo Electrique Venturi – 2nd semestre 2010



Dimensions	L 4,14 m x l 1,96 m x H 1,82 m
Sièges	2
Traction	Traction AV
Moteur électrique	42 kW
Autonomie	120 km
Vitesse maximale	110 km/h
Batterie	Nickel Chlorure de sodium
Energie batterie	23,5 kWh



Recharge :

Charge normale	Monophasé : 3,5 kW (230 V / 16 A)
Prise côté véhicule	Maréchal
Mode de charge	Mode 1 suivant IEC 61851
Charge rapide	Sans

Peugeot Partner Electrique Venturi – 2nd semestre 2010



Dimensions	L 4,14 m x l 1,96 m x H 1,82 m
Sièges	2
Traction	Traction AV
Moteur électrique	42 kW
Autonomie	120 km
Vitesse maximale	110 km/h
Batterie	Nickel Chlorure de sodium
Energie batterie	23,5 kWh



Recharge :

Charge normale	Monophasé : 3,5 kW (230 V / 16 A)
Prise côté véhicule	Maréchal
Mode de charge	Mode 1 suivant IEC 61851
Charge rapide	Sans

Peugeot 3008 Hybrid 4 Plug-In – Démo 2012



Dimensions	L 4,30 m x l 1,83 m x H 1,63 m
Sièges	5
Traction	Diesel + propulsion élec
Moteur électrique	40 kW
Autonomie	20 km
Vitesse maximale	200 km/h
Batterie	Lithium ion
Energie batterie	3 kWh



Recharge :	
Charge normale	Monophasé : 3,5 kW (230 V / 16 A)
Prise côté véhicule	Marechal
Mode de charge	Mode 1 suivant IEC 61851
Charge rapide	Sans

Peugeot scooter E-Vivacity – 1^{er} semestre 2011



Dimensions	L 1,91 m x l 0,68 m x H 1,17 m
Sièges	2
Traction	Propulsion
Moteur électrique	3 kW
Autonomie	60 km
Vitesse maximale	45 km/h
Batterie	Lithium ion
Energie batterie	2,9 kWh



Recharge :	
Charge	Monophasé : 3,5 kW (230 V / 16 A)
Prise côté véhicule	Sans (cordon solidaire du scooter)
Mode de charge	Mode 1 suivant IEC 61851

Peugeot Vélo à Assistance Electrique – En série



Traction	Propulsion
Moteur électrique	0,25 kW
Autonomie	80 km
Vitesse maximale d'assistance	25 km/h
Batterie	Lithium ion
Energie batterie	0,34 kWh



<u>Recharge :</u>	
Charge	Monophasé : 3,5 kW (230 V / 16 A)
Prise côté véhicule	Batterie amovible
Mode de charge	Mode 1 suivant IEC 61851

Offres Mitsubishi - Illustration

MITSUBISHI i-MiEV

2010

Dimensions	3,395 m x 1,475 m x 1,600 m
Sièges	4
Traction	Propulsion
Moteur électrique	47 kW
Autonomie	144 km (cycle de conduite norme EU)
Vitesse maximale	130 km/h
Batterie	Lithium-ion
Capacité batterie	16 kWh



Recharge :	
Puissance admissible	Monophasé (220V / 15A) Triphasé (200V / 50kW)
Charge rapide	oui
Prise côté Véhicule	Type x
Mode de recharge	Mode x suivant IEC xxx
Conformité infrastructure de charge	
Echange Batterie	non

| 1

Offres Heuliez - Illustration

MIA ELECTRIC – VP – Mi 2011		
Dimensions	L 2.86 m x l 1.90 m x H 1.55 m	
Sièges	3	
Traction	Propulsion	
Moteur électrique	10 kW nominal – 16 kW en crête	
Autonomie	90 km	
Vitesse maximale	110 km/h	
Batterie	Lithium Phosphate de Fer – sans effet mémoire	
Capacité batterie	8 kWh	
		
Recharge :	2011	2012
Puissance admissible	Monophasé : 3,5 kW (230V / 16A)	Monophasé : 3,5 kW (230V / 16A)
Charge rapide	Non nécessaire	Non nécessaire
Prise côté Véhicule	SAE J1772	Standard européen
Mode de recharge	Mode 3 suivant IEC 61851	Mode 3 suivant IEC 61851
Temps de charge	3h charge complète	3h charge complète
Echange Batterie	Non	Non
CONFIDENTIEL		1
PROPRIETE MIA ELECTRIC		

Offres Daimler - Illustration

smart fortwo electric drive 2009

Dimensions	2,695 m x 1,559 m x 1,542 m
Sièges	2
Traction	Propulsion
Moteur électrique	30 kW
Autonomie	135 km
Vitesse maximale	100 km/h
Batterie	Lithium-Ion
Capacité batterie	16.5 kWh



Recharge :

Puissance admissible	3 kW (230V / 16A)
Charge rapide	non
Prise côté Véhicule	Type Mennekes à 7 artères
Mode de recharge	Courant électrique 220V/13A
Conformité infrastructure de charge	
Echange Batterie	non

Offres Volkswagen - Illustration

Concept Volkswagen Up! Blue-e-motion

2013

Dimensions	L 3,19 m x l 1,64 m x H 1,47 m
Sièges	3 + 1
Traction	Oui
Moteur électrique	45 kW
Autonomie	130 km
Vitesse maximale	135 km/h
Batterie	Lithium-ion
Capacité batterie	18 kWh



<u>Recharge :</u>	2011
Puissance admissible	Monophasé 220/230 Volts (prise domestique)
Charge rapide	Oui – rechargée jusqu'à 80% de sa capacité en 1h
Prise côté Véhicule	NC
Mode de recharge	NC
Conformité infrastructure de charge	NC
Echange Batterie	NC

1

Offres Opel – Illustration

OPEL AMPERA Production en 2011

Dimensions	L m 4,404 l m 1,798 H m 1,430
Sièges	4
Traction	avant
Moteur électrique	111 kW
Autonomie	≥500 km
Vitesse maximale	161 km/h
Batterie	Lithium-ion
Capacité batterie	16 kWh



Recharge :		2011
Puissance admissible	Ex. Monophasé / triphasé :	x kW (230V / 50Hz)
Charge rapide		3 heures (230V)
Prise côté Véhicule	Type classique: 230V adaptateur vendu avec le véhicule	
Mode de recharge	Mode x suivant IEC xxx	
Conformité infrastructure de charge		
Echange Batterie	non	

Offres Volvo – Illustration

VOLVO C30 ELECTRIC

Premières livraisons : Automne 2010

Dimensions	4,266m L x 1,782m l x 1,447m H
Sièges	4
Traction	Moteur électrique 111 ch 230 Nm
Moteur électrique	82 Kw / 111 ch
Autonomie	150 km
Vitesse maximale	130 km/h
Batterie	Lithium Ion
Capacité batterie	24 kWh

Recharge :	
Puissance admissible	Monophasé : 82 kW (230V / 16A)
Charge rapide	Non
Prise côté Véhicule	Calandre avant gauche
Mode de recharge	NC
Conformité infrastructure de charge	Oui
Echange Batterie	Non



Offres Porsche – Illustration

Porsche 918 Spyder

Dimensions	L m x l m x H m
Sièges	2
Traction	Transmission intégrale
Moteur électrique	160 kW
Autonomie	Min. 25 km
Vitesse maximale	320 km/h
Batterie	Lithiom-Ion
Capacité batterie	n/c



<u>Recharge :</u>	2011
Puissance admissible	n/c
Charge rapide	oui
Prise côté Véhicule	Type x
Mode de recharge	n/c
Conformité infrastructure de charge	n/c
Echange Batterie	non

Annexes

a. Caractéristiques des véhicules rechargeables devant être commercialisés d'ici 2013

b. Contribution du GIMELEC au Livre Vert

c. Cartographie de l'AFNOR

d. Contribution d'ERDF au Livre Vert

e. Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité

f. Document de synthèse de l'étude CVA sur les modèles économiques de l'infrastructure de charge ouverte au public

g. Plan national véhicules "décarbonés" du 1^{er} octobre 2009

Le 13 septembre 2010

FICHE LIVRE VERT

Proposition de contribution au Livre Vert pour les Collectivités locales : règles de conception et dimensionnement des infrastructures de recharge sur les lieux accessibles au public

Parmi les outils permettant aux collectivités locales de mener à bien un projet de mise en place d'infrastructures de recharge, objet du livre vert, plusieurs points cités dans la lettre de mission confiée à M. Nègre relèvent directement ou indirectement de la compétence des constructeurs d'équipements électriques que représente le Gimélec. C'est le cas en particulier de la normalisation technique de ces infrastructures.

En effet, l'existence de l'offre, les coûts relatifs à différentes configurations d'installations et enfin, la qualification des installateurs et la certification des installations, ne peuvent être bien appréhendés que dans un contexte normatif clair favorisant l'interopérabilité dans les pays de l'union européenne.

Il est naturel de penser cependant qu'une information consolidée doit permettre d'apporter sans retard les premières réponses aux questions qui se posent pour un déploiement d'envergure sur le territoire national.

C'est l'objet de la présente fiche pour ce qui relève de la responsabilité des constructeurs du secteur électrique. Ces derniers s'appuient sur la réglementation en vigueur et sur les travaux de normalisation en cours au plan international (normes citées dans le texte).

Il convient de rappeler, si besoin était, qu'outre la sécurité électrique qui est de la responsabilité de tous, l'enjeu essentiel de la réussite de ce nouvel usage électrique est de gérer intelligemment l'énergie nécessaire à la recharge du véhicule électrique en tenant compte du prix de l'énergie, de la gestion de la pointe électrique carbonée et de la répartition entre les différents usages électriques d'un bâtiment (chauffage, cuisson, éclairage, ...). Il est nécessaire dès à présent d'anticiper le fait que le véhicule électrique, contrairement au véhicule thermique, sera un élément actif du système électrique intelligent, à la fois consommateur et producteur d'énergie. Il convient donc de dimensionner les installations de recharge pour qu'elles remplissent sur la durée les fonctions combinant interopérabilité, sécurité et gestion de l'énergie.

1. Les usages de l'infrastructure de recharge

L'infrastructure qui sera déployée par les collectivités sur les lieux accessibles au public viendra compléter les infrastructures déployées dans les bâtiments résidentiels, les bureaux ou les parkings privés ; elle doit permettre de rendre la recharge accessible à tous : à ceux qui ne disposent pas de point de charge privé et aussi à donner confiance à ceux qui en disposent pour couvrir des situations d'urgence, à apporter plus de flexibilité dans l'usage des VE et de confort grâce notamment à de la charge plus rapide. Mais cette infrastructure doit être dimensionnée de façon optimisée en tenant compte de l'existence de cette infrastructure de charge privée.

Comme analysée dans le rapport de JL Legrand et retenue dans les orientations gouvernementales de fin 2009, la majorité des recharges se fera sur des lieux privés, comptant probablement pour près de 90% des points de charge.

Quels que soient les usages, les scénarios les plus utilisés relèveront de la recharge en temps masqué : l'utilisateur profite quasi systématiquement d'un arrêt pour recharger et évitera (sauf situation d'urgence) de s'arrêter uniquement pour recharger son véhicule et attendre une recharge suffisante pour reprendre la route.

Les caractéristiques des VE (150 km, 23kWh de capacité) vont évoluer avec les progrès technologiques ; avant 2020, on peut imaginer d'atteindre au moins 30 kWh de capacité, pour 220-250 kms d'autonomie.

A cet horizon 2020, les temps de recharge complète montreront des variations de temps de charge très importantes selon les caractéristiques de puissance utilisées :

- charge lente mode 1 (10A) : 14h,
- charge normale mode 3 (16A ou 32A monophasé) : 8h ou 4h,
- charge semi rapide (23kW) : 1h30.

L'infrastructure déployée aujourd'hui doit tenir compte de cette évolution prévisible, de la façon la plus réaliste et la plus économiquement fondée.

Les scénarios d'usage de cette infrastructure d'accès public seront de 3 types (à l'exclusion des scénarios de type Autolib où l'infrastructure est dédiée à un type de flotte particulier) :

- **Utilisateur qui ne dispose pas de point de charge privé**, ce qui veut dire en règle générale qui ne dispose pas non plus de parking privé. Cet utilisateur cherchera simultanément une place de stationnement et une possibilité de recharge, avec facturation de deux services :
 - > Pour un stationnement de nuit, si la sécurité est assurée (pour éviter le vol du cordon de recharge) ; une charge lente suffit dans ce cas.
 - > Pour un stationnement de jour, le stationnement étant de plus courte durée, une charge rapide ou semi rapide sera en général nécessaire pour permettre une recharge en une heure ou deux (selon la gestion d'énergie qui sera faite au niveau d'une grappe de bornes de recharge). Ce besoin de charge rapide est encore plus nécessaire sur la voie publique pour éviter la profusion de voitures 'ventouses'.
- **Utilisateur qui dispose d'un parking privé**, à domicile ou au travail. La charge sur le domaine public devrait être rare et correspondre à des situations d'urgence : le scénario privilégié pour ces recharges sur voie publique sera alors une charge rapide, voire partielle, en une heure ou moins. Mais ceci suppose que l'utilisateur privilégie effectivement la recharge sur point privé plutôt qu'une recharge sur voie publique. Si tel n'est pas le cas, l'investissement public nécessaire sera beaucoup plus important.
 - Plusieurs facteurs risquent de freiner l'usage de l'infrastructure privée :
 - > Insuffisance du nombre de points de charge privés.
 - > Lenteur des recharges sur points privés si ils ne sont pas équipés d'une prise de charge dédiée, supportant le mode 3, pour une recharge en 6 heures max ; en l'absence de cette installation, la vitesse de charge est limitée à 10A (8 à 10 heures), alors que les infrastructures publiques offriront une recharge de 3.7 à 50 kW (6 heures à 20 minutes)

Il convient donc de promouvoir l'existence d'installations privées en parallèle au déploiement d'infrastructures publiques de recharge.

- **Utilisateur professionnel ou faisant partie d'une flotte** disposant d'une infrastructure dédiée sur l'entreprise. L'utilisation de la charge sur des lieux publics correspondra à la nécessité de recharger, rapidement, pendant une tournée ; la charge semi rapide sera indispensable (23 kW), pour minimiser l'arrêt (permettre de recharger 50 kms pendant une livraison de 20' par exemple). Le point clef est d'avoir la garantie de disponibilité d'un tel point de charge sur les zones de stationnement pour livraisons et une mise en œuvre rapide de la recharge (éviter les procédures complexes pour mettre en charge). La charge rapide (50 kW DC ou 43 kW AC) sera nécessaire pour ces utilisateurs, pour permettre une recharge complète dans certaines circonstances où l'infrastructure est moins dense (sur voie rapide par exemple).

2. Les fonctions d'une infrastructure de charge

Pour offrir le service de recharge, une installation doit assurer plusieurs fonctions au delà de la simple fourniture de la puissance : gestion de l'énergie, gestion et surveillance du système, paiement et gestion du stationnement.

La fourniture de puissance est caractérisée par la puissance totale maximum à fournir (nombre de points de charge sur la grappe, puissance maximale par point), ainsi que par la nature de la livraison du courant :

- en courant alternatif (AC), en mono ou en triphasé, si le convertisseur est embarqué dans le véhicule.
- en courant continu (DC) avec un convertisseur AC/DC dans la borne.

La puissance est répartie entre les différents points de charge (qui forment une grappe de recharge) sur plusieurs départs, chacun **protégé par des équipements de sécurité** (disjoncteurs notamment).

Pour assurer la **sécurité** des personnes et des biens, l'installation doit comprendre :

- une mise à la terre des équipements,
- des dispositifs de protection (disjoncteurs) contre les court-circuits, contre la surcharge et des disjoncteurs différentiels contre les risques d'électrocution.

En outre, une protection parafoudre contre les surtensions est très recommandée pour éviter la destruction des équipements électroniques connectés en cas de surtension ou de coup de foudre.

L'installation se termine par la connectique : c'est la prise sur la borne dans laquelle l'utilisateur vient brancher le câble qui raccorde son véhicule. Cette connectique standardisée permet d'assurer un service de recharge accessible à tous les véhicules, quelque soit le type de connecteur qui est installé sur le véhicule et qui lui, dépend de chaque fabricant.

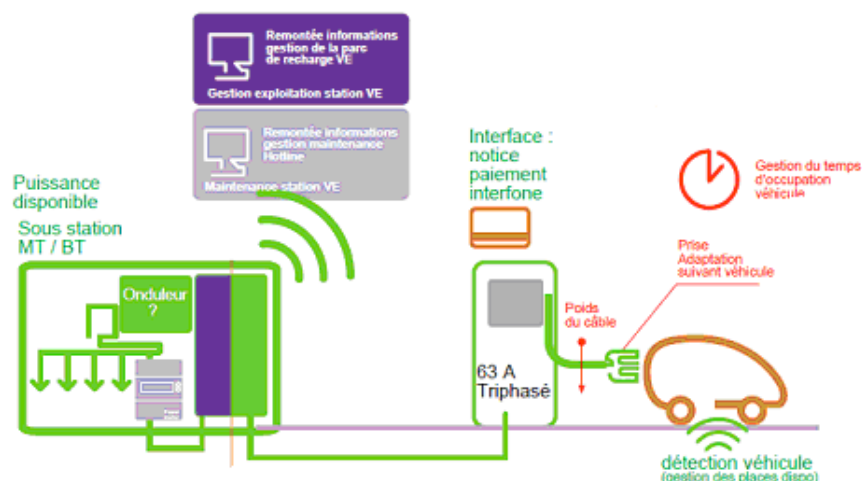
La gestion de l'énergie : la puissance fournie à chaque borne est gérée pour allouer plus ou moins de puissance à chaque point de charge selon les caractéristiques de la grappe (limite de la puissance disponible au point de livraison), les contraintes du réseau de distribution (limiter la consommation pendant les périodes de pic du réseau) ou également, pour limiter les coûts (en fonction de tarifs horaires de l'électricité) et réduire l'impact CO2.

Le système de gestion assure le monitoring et la remontée (en général par radio) des informations vers un superviseur pour l'exploitation et la surveillance de l'installation. Ces informations concernent, l'utilisation de la borne, le déroulement de la charge, les alarmes de fonctionnement, ou des informations de surveillance de l'environnement (ex: télésurveillance).

Le système de paiement, peut être dédié à la recharge ou partagé avec la gestion du stationnement. Une interface utilisateur permet l'identification et la réservation de la borne, puis le paiement.

La gestion du stationnement permet d'assurer que les points de stationnement avec borne de charge sont bien utilisés par des véhicules électriques, de gérer les places disponibles (et d'envoyer cette information aux véhicules en circulation par exemple).

Le Schéma synoptique présente les 5 fonctions d'un système de charge :



3. Quelques points normatifs et réglementaires

La sécurité électrique est garantie par le respect des prescriptions de la réglementation C15-100 ainsi que par la conformité à la norme IEC 61851.

Pour les bornes de charge normale, le connecteur retenu (IEC 62196, type3), grâce à ses obturateurs (en conformité avec la C15-100) garantit l'impossibilité d'accès à un conducteur sous tension, y compris en cas de défaillance d'un composant de la borne.

Pour les bornes de charge normale, les fonctionnalités mode 3 du standard IEC 61851, ne permet la mise sous tension d'une prise que lorsque des conditions importantes de sécurités sont remplies (véhicule connecté, continuité de la terre entre véhicule et borne, pas de défauts coté véhicule, adaptation de la puissance entre véhicule et la borne, ...).

Pour les bornes de charge rapide, il est par ailleurs recommandé de ne pas les laisser en libre accès public, mais de les localiser dans de zones dédiées et surveillées de manière similaire aux stations d'essence (vidéo surveillance ou à portée de vue d'un exploitant).

Choix d'une prise standard sur les bornes

Pour permettre la connexion de tous types de véhicules sur l'infrastructure publique (sachant que plusieurs connecteurs différents seront utilisés par les constructeurs sur les véhicules), il est nécessaire de retenir une prise unique, normalisée, sur les bornes : ainsi, un véhicule n'aura besoin que d'un type de cordon pour se connecter sur l'infrastructure de recharge.

Ce cordon détachable aura donc :

- Côté véhicule, une prise définie par le constructeur automobile pour la charge AC.
- Côté borne de recharge (voie publique, bâtiments, parkings ou résidentiel), pour les charges de 3kW jusqu'à 23 kW, une prise unique (monophasée ou triphasée, 16 à 32 A), avec obturateurs de sécurité.

Pour la charge rapide, en AC (43 kW) ou en DC (50 kW), un cordon fixe sera attaché à la borne, avec le connecteur adapté (un pour la charge rapide AC, un autre pour la charge rapide DC).

4. Les offres de solutions de charge

Les offres de solutions de recharge sont constituées des bornes, des systèmes d'alimentation électrique des bornes ou des grappes de bornes, du point d'interface utilisateur (le Totem), des systèmes de supervision et de facturation.

A. Les Bornes de charge

Elles se distinguent par la puissance qu'elles peuvent délivrer, la configuration d'installation (coffret ou plot) et la nature de la connectique.

Le tableau ci après expose ces caractéristiques et fournit une illustration de référence, dont le style dépend de chaque fournisseur.

	Puissance	Configurations	Connectique	Durée de charge
Charge normale	Borne de charge 230V Mono - 16A 3kW	Version « coffret mural » Version « sur pied » 1 ou 2 prises par borne	Prise IEC62196 Type3 	VE : 8h VEHR: 2h
	Borne de charge 400V Tri – 32A 23kW	 coffret mural  sur pied	Prise IEC62196 Type3	VE : 1h
Charge rapide	Borne de charge 400V Tri – 63A 43kW AC		Câble attaché à la borne avec à son extrémité la connectique véhicule	VE : 0:30h
	Borne de charge 50kW DC			VE : 0:20h
	Borne mixte AC et DC			0:20 à 0:30h

Il s'agit de solutions conformes aux normes IEC 61851 et IEC62196 en cours d'élaboration, ainsi qu'à la réglementation C15-100 en vigueur.

Les durées de charge sont estimatives : elles sont basées sur une capacité de stockage d'énergie de 20kWh pour le véhicule électrique (VE) et de 5kWh pour le véhicule hybride rechargeable (VEHR), et une batterie complètement déchargée.

Ces bornes sont compatibles avec la variété de véhicules

Les bornes de charge normales, quelle que soit leur puissance, sont compatibles avec tous les véhicules. Ceci parce qu'elles sont équipées de la prise IEC 61196 "type 3" et des fonctionnalités mode 3 de la norme IEC 61851, ce qui permet d'imaginer avec sérénité l'intégration de toute la gamme de véhicules annoncés par les principaux constructeurs - quelle que soit la connectique dont le véhicule est équipé.

La prise IEC 61196 "type 3", grâce à son empreinte identique pour la version monophasé et pour la version triphasé permet aux automobilistes de n'avoir qu'un seul cordon pour se connecter à tout type de borne de charge normale, y compris à celle de leur domicile.

Les fonctionnalités du "mode 3" permettent pour chaque véhicule l'adaptation de la puissance de sa charge à la puissance disponible sur la borne.

Pour les **bornes de charge rapide**, à ce jour les constructeurs automobile n'ont pas adopté une solution identique et normalisée pour la charge rapide. Selon le type le véhicule, la charge rapide doit se faire en DC (courant continu pour les véhicules d'origine Japonaise) ou en AC (courant alternatif triphasé forte puissance pour les véhicules Renault ou Daimler).

Il est donc proposé des bornes de charge rapide pour chacun de type de véhicule mais aussi une borne mixte AC et DC compatible avec les 2 types.

Les points de charge en DC sont conformes au standard de fait actuel 'CHAdeMO' qui définit la connectique coté automobile et le protocole de communication entre la borne et le véhicule. C'est le standard adopté par les véhicules électriques avec une capacité de charge rapide en DC tels qu'annoncés sur le marché à ce jour.

Les points de charge rapide en AC ont les fonctionnalités de mode 3 selon le standard IEC 61851 ; la connectique du coté automobile est conforme au standard IEC 62196 "type2".

La solution de charge rapide mixte AC et DC permet de charger les 2 types de véhicules mais pas simultanément.

B. Alimentation électrique des bornes

Pour les bornes non isolées, c'est-à-dire celles qui sont installées en grappe, il faudra un tableau électrique qui alimentera toutes les bornes de la grappe ; c'est ce tableau électrique qui sera raccordé au réseau ; c'est dans ce tableau que se trouveront les protections électriques.

Si la puissance totale dépasse 250kVA, il faudra rajouter un poste de transformation Moyenne / Basse tension (MT/BT) pour se raccorder à un réseau Moyenne Tension (MT).



C. Totem

Le totem permet de mutualiser l'interface utilisateur pour une grappe de bornes. C'est là que peut se trouver, selon les applications :

- le dispositif d'identification de l'utilisateur
- un moyen de paiement si il est effectué directement à chaque charge
- une interface pour permettre le dialogue entre l'utilisateur et le système de charge (mode opératoire, état des bornes, sélection de la borne utilisée, choix d'un type de charge (durée, puissance)...))

D. Supervision

La fonction de supervision permet de surveiller à distance, l'état des points de charge (libre, réservé, en charge, en défaut) et de transmettre ces informations aux exploitants et aux usagers. Elle permet :

- aux usagers de localiser des bornes libres à proximité de leur destination, et éventuellement d'en réserver l'accès,
- aux équipes de maintenance, sans se déplacer, de diagnostiquer l'état d'une borne et de la mettre hors ou en service,
- d'enregistrer l'historique de fonctionnement des bornes et donc aux exploitants d'analyser le taux de service de l'infrastructure afin de le faire progresser.

Le système de supervision doit être ouvert pour s'interfacer à d'autres systèmes d'information: application de gestion de flottes de véhicules, application d'interaction avec les usagers de véhicules, etc

Pour la mise en place de la fonction de supervision, il est nécessaire que les bornes de charge soient communicantes. Sur un vaste territoire la communication entre l'infrastructure de charge et la fonction de supervision se fera en communication radio GPRS ou 3G. Dans le cas de bornes en grappes, chacune d'elles communiquera en communication filaire (Modbus ou Ethernet) jusqu'au totem qui lui-même assurera la communication radio (GPRS ou 3G) avec la supervision.

E. Système de facturation

L'infrastructure de charge peut intégrer le type de système de facturation adapté au modèle d'affaire retenu par l'investisseur :

Mode de tarification :

- au prorata de l'énergie chargée (nécessite un compteur agréé dans chaque borne),
- au prorata de la durée de stationnement,
- selon un forfait mensuel,
- en combinant plusieurs des facteurs ci-dessus.

Le paiement peut se faire soit par un lecteur de carte bancaire, soit par identification du contrat de l'utilisateur du véhicule par un lecteur de badge ou une interface NFC (lecture sans contact) avec téléphone portable.

Le dispositif de paiement dans la borne ou dans le totem sera en liaison sécurisée avec les serveurs qui hébergent les applications en charge des transactions financières.

5. Choix d'infrastructure pour répondre aux usages de la collectivité locale

L'analyse des scénarios d'usage, les études économiques des architectures envisageables, permettent de dégager plusieurs recommandations pour le déploiement de l'infrastructure sur le domaine public :

- Sur le domaine public, la charge lente est adaptée à la charge de nuit, pour autant que la sécurité soit assurée.
- Sur la voie publique, la charge rapide (23 à 50 kW) est nécessaire pour certaines utilisations de jour ; cette charge rapide doit être gérée, pour éviter de surdimensionner fortement les infrastructures (en puissance du point de livraison, par effet de pic pour le réseau) et permettre de recharger à tous les moments où la consommation est faible sur le réseau.
- Sur l'espace public, la garantie de disponibilité de parking est indispensable en cas de charge rapide, comme pour les flottes.

Pratiquement, cela se traduit par quelques principes pour le dimensionnement des infrastructures de charge :

- Des bornes à 3kW suffisent sur les parkings où stationneront sur de longues durées des véhicules de particuliers : parkings d'employés, parkings de gare, parkings municipaux avec formule d'abonnement de nuit.
- Des bornes à 23kW dans les parkings où le stationnement est usuellement limité à 1 ou 2 heures, permettront aux automobilistes une recharge quasi-complète lors de leur stationnement habituel: parkings de centres commerciaux, parkings de centre ville, ...
- Les stations de charge rapides doivent être réparties de manière équilibrée sur les grands axes de l'agglomération : elles servent d'assurance pour l'ensemble des usagers de VE, leur permettent d'utiliser jusqu'au bout l'autonomie de leur véhicule (environ 150km aujourd'hui) et de réaliser des déplacements au-delà de cette autonomie.
- Dans ces stations, il convient de mixer charge rapide 43 kW AC et 50 kW DC sur un même spot, avec la double connectique : ceci permet d'assurer l'égalité de traitement quelque soit la marque du véhicule et de mutualiser les coûts de cette infrastructure.

- Des solutions adaptées doivent être proposées pour les zones résidentielles dans lesquelles les résidents n'ont pas de garages: équipement en 3kW des parkings de résidences collectives, accès à des parkings municipaux équipés en bornes de charge et avec formule d'abonnement de nuit, accès à suffisamment de bornes 23kW pour recharge lors d'un stationnement pour une activité habituelle.
- Pour les véhicules professionnels des services des collectivités locales, il faut équiper les parkings des établissements correspondants; le choix de puissance des bornes dépendra du kilométrage journalier parcouru par ces véhicules; des bornes de 23kW permettront de recharger les véhicules pendant la pause de midi.
- Une couverture suffisamment large en stations de charge rapide incitera les entreprises à se doter de flottes de véhicules électriques professionnels; ces entreprises équiperont leurs propres parkings selon les trajets de leurs véhicules et leur rayon d'intervention sera augmenté par la disponibilité de ces infrastructures publiques; cas particuliers des taxis, des services de livraison, des services d'intervention/maintenance, des services commerciaux.

6. Qualification des installations

La qualification des installations s'appuie sur les référentiels, normes et réglementations en vigueur au plan de la sécurité électrique.

Les organismes habilités pour en contrôler l'application et la conformité sont PROMOTELEC et le CONSUEL.

PROMOTELEC est une association créée en 1962 pour promouvoir les usages durables de l'électricité dans le bâtiment résidentiel et petit tertiaire. Elle regroupe au sein de son conseil d'administration l'ensemble des acteurs et représentants de la filière électricité : fournisseurs d'énergie, fabricants, distributeurs et installateurs de matériel électrique, constructeurs de maisons et promoteurs immobiliers, prescripteurs du bâtiment, organisations institutionnelles, associations de consommateurs.

<http://www.promotelec.com/>

CONSUEL est une association loi 1901 créée en 1964 et accréditée par le COFRAC (Comité Français d'Accréditation), comme organisme de contrôle.

CONSUEL est **agrée** pour exercer le contrôle de la conformité des installations électriques intérieures aux règlement et normes de sécurité en vigueur (arrêté du 17 octobre 1973).

<http://www.consuel.com/index.htm>

7- Estimation des coûts & facteurs d'optimisation

En retenant la classification introduite au point 4, le tableau ci-dessous donne des fourchettes de prix pour chaque solution.

La variabilité des prix dépend de plusieurs facteurs :

- Les fonctions qui seront demandées en plus de la fonction de base (charger le véhicule en toute sécurité): système de paiement, design personnalisé, protection anti-vandalisme, communication à distance,
- L'architecture de la solution complète qui permet de mutualiser plus ou moins les coûts par point de charge :
 - le plus cher par point de charge : une borne de charge mono-prise isolée intégrant toutes les fonctions d'interface utilisateur, de paiement et de communication
 - le moins cher par point de charge : une grappe de nombreuses bornes comprenant chacune 2 points de charge et les fonctions de paiement et communication sont mutualisées sur un totem.

- Les prix indiqués représentent une estimation de la profession une fois atteint un niveau de diffusion significatif permettant des effets volume.
- Ces prix se limitent à la fourniture de l'équipement monté, testé et prêt à l'installation (voir le détail de fourniture ci après).

Prix infrastructure de charge VE, **par point de charge disponible**

Type de charge	Prix > 2014	Prix moyen 2011-2014
Charge normale	<u>Point de charge 3.7 kW</u> En voirie 1500 € à 3500 € En parking 1000 € à 2500 €	3000 2200
	<u>Point de charge 23 kW</u> + 500 € par rapport à 3kW	500
Charge rapide	<u>Point de charge 43 kW AC</u> 4000 à 8000 €	5000
	<u>Point de charge 50 kW DC</u> 15 000 à 30 000 €	25000
	<u>Solution mixte : AC et DC</u> 20 000 à 35 000 €	30000

Il s'agit de solutions conformes aux normes IEC 61851 et IEC62196 en cours d'élaboration, ainsi qu'à la réglementation C15-100 en vigueur.

Les points de charge normale sont équipés de la prise IEC 61196 type 3 et des fonctionnalités mode 3 de la norme IEC 61851, ce qui les rend compatible avec tous les véhicules conformes à la norme IEC 61851, ce qui est le cas des véhicules annoncés par les principaux constructeurs.

Les points de charge en DC sont conformes au standard de fait 'CHAdEMO' qui est nécessaire pour charger les véhicules électriques avec une capacité de charge rapide en DC tels annoncés sur le marché, à ce jour.

La solution de charge rapide mixte AC et DC ne permet pas de charger simultanément 2 véhicules, mais de charger un véhicule qu'il ait une capacité de charge rapide AC ou DC.

Ces prix comprennent :

- l'équipement monté, testé et prêt à l'installation,
- une quote part des fonctions communes (totem, tableau de distribution électrique) réparties sur le prix de chaque point de charge.

Ces prix ne comprennent pas :

- les fonctions distantes de supervision et de traitement de la facturation,
- les travaux de génie-civil,
- le raccordement au réseau,
- un éventuel poste MT/BT si la puissance totale de la grappe de points de charge est supérieure à 250kW,
- l'installation.

De multiples options sont disponibles pour optimiser le cout total de possession

1. Optimiser le cout de raccordement au réseau

Soit la solution de charge est raccordée directement au réseau de ERDF : les couts de raccordement dépendent de la puissance souscrite (paliers en KVA : 12, 18, 36, 60, 120, 250 – à valider avec ERDF), du cout de la liaison entre l'installation et le point le plus proche du réseau (distance, nature des terrains à traverser) et d'éventuels besoins de renforcement du réseau ERDF.

Soit la solution de charge est raccordée sur une installation électrique existante et le cout dépendra de la puissance disponible sur le TGBT et d'éventuelles augmentations de la puissance installée.

Grâce à la mise en grappe des bornes et des fonctions de gestion d'énergie, il est possible de minimiser et limiter la puissance appelée tout en maximisant le service de charge auprès des utilisateurs de véhicules électriques.

2. Optimiser les achats d'énergie

Les fonctions de gestion de charge, en relation avec les signaux tarifaires communiqués par le compteur, permettront de piloter la puissance appelée pour optimiser le cout d'achat de l'énergie électrique.

3. Réduire les couts de maintenance

La fonction de supervision permet un diagnostic rapide et sans déplacement des bornes en défaut.

L'utilisation de composants électriques standards permet de bénéficier des ressources de l'ensemble de la filière électrique pour une maintenance rapide et compétitive : réseau de distribution à couverture nationale, installateurs électriciens de proximité.

4. Maximiser le taux de service des points de charges

La fonction de supervision permet de communiquer aux utilisateurs de véhicule, l'état des points de charge (état de marche, occupation) à proximité de leur lieux de destination. Elle pourra également permettre de réserver des points de charge.

Cette même fonction de supervision permettra à l'exploitant des bornes de charge, d'en analyser le taux de service, et de le faire progresser, ainsi que de faire les choix les plus pertinents pour l'extension du réseau de bornes de charge.

5. Pérenniser les investissements

Les installations électriques ont des longues durées de vie (>20 ans) alors que les véhicules ont des durées de vie courtes et seront amenés à évoluer rapidement d'autant plus que l'on est à l'émergence de nouveaux types de véhicules.

Le choix d'une ouverture des infrastructures de charge vis-à-vis des véhicules par choix d'un connecteur 'infrastructure' (IEC 62196 Type 3) indépendant de la connectique qui sera intégrée sur le véhicule (dont la définition est encore en évolution) est garant de la stabilité des solutions d'infrastructure, l'adaptation avec les véhicules est alors assurée par le cordon. Prévoir 22kW pour les points de charge normale, c'est anticiper les progrès des véhicules électriques dont la capacité de stockage d'énergie augmentera ainsi que la puissance du chargeur embarqué.

Dans les configurations en grappe de bornes, la modularité du tableau de distribution électrique permettra de facilement étendre la grappe de bornes additionnelles.

Annexes

a. **Caractéristiques des véhicules rechargeables devant être commercialisés d'ici 2013**

b. **Contribution du GIMELEC au Livre Vert**

c. **Cartographie de l'AFNOR**

d. **Contribution d'ERDF au Livre Vert**

e. **Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité**

f. **Document de synthèse de l'étude CVA sur les modèles économiques de l'infrastructure de charge ouverte au public**

g. **Plan national véhicules "décarbonés" du 1^{er} octobre 2009**


Item	Réglementation EU Française (en cours)	Normes publiées EN/FR Normes en cours de devpt *En cas d'absence de normes, on peut se référer à un Std	Normes publiées ISO/IEC Normes en cours de devpt *En cas d'absence de normes, on peut se référer à un Std	Standard (Consortium)	Evaluation de conformité	Analyse/Tendances
1. Infrastructure						
1.1.1 Prise électrique Equipements électriques	Normes d'application obligatoire : NF C15-100 et NF C14-100:	<ul style="list-style-type: none"> • NF C 15-100, définit la sécurité des installations électriques à basse tension Obturbateurs sur la prise murale : la C15-100 stipule que les socles de prise de courant jusque et y compris 32 A doivent être type à obturation Application résidentielle : les socles de prise de courant 16A-250V doivent être type à obturation - En amont, • NF C 14-100 : 2008 normalise la conception et la réalisation des installations de branchement à basse tension comprises entre le point de raccordement et le point de livraison aux utilisateurs (liaison au réseau et dérivation individuelle). - En amont, la NF C 13-200 : Installations électriques à haute tension (2009), traite des installations haute tension alimentées en courant alternatif sous une tension atteignant 245 kV. • NF C 17-200 Installations d'éclairage extérieur – Règles • NF EN 61140 Norme de sécurité - protection contre les chocs électriques 	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 61140 : Norme de sécurité - protection contre les chocs électriques • Pr IEC 60364-7-722: <i>Low voltage electrical installations: Part 7-722: Requirements for special installations or locations – Supply of Electric vehicle</i> Les exigences particulières contenues dans la présente partie de la CEI 60364 appliquent aux: - Circuits destinés à l'alimentation des véhicules électriques (par exemple lors de la charge); - A la protection pour assurer la sécurité lors de la réinjection d'électricité à partir des véhicules électriques vers le réseau public. Les exigences générales de la CEI 60364 avec les exigences particulières de la partie 7 s'appliquent. • ISO 6469-3: 2001 - Partie 3: Protection des personnes contre les dangers électriques, isolement des parties actives 			<p>Cette norme (NF C 15-100) assure les conditions de sécurité de l'utilisation de l'électricité dans les installations électriques à basse tension. Elle s'applique aux équipements nécessaires pour la charge normale de VE, avec adaptation possible pour accepter une consommation supérieure (charge rapide)</p> <p>La norme NF C 17-200, précise les règles d'éclairage des lieux publics, elle s'applique à l'éclairage des installations extérieures recevant du public (parkings, zones d'activité...)</p> <p>Positions : La norme NF EN 61140 est une norme fondamentale de sécurité, soumise à la directive Basse tension 2006/95/EC, qui détermine la protection nécessaire pour les personnes et les animaux contre les chocs électriques. Elle donne les principes fondamentaux et leurs exigences pour toutes installations et équipements électriques de faible à haut voltage (qui peut inclure 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.), maintenance est prévue pour 2012. Analyse : Cette norme fondamentale détermine des principes applicables pour toutes installations électriques. Les installations pour recharger les VE devront respecter ce référentiel, dans le cas de la charge normale et de la charge rapide.</p> <p>La commission de normalisation UF 64 (règles d'installation électriques Basse Tension) a commencé à travailler sur une nouvelle partie de la norme CEI 60364-7, afin de la soumettre à la CEI, sur les exigences particulières pour les installations de prises de recharge pour véhicules électriques. Ce projet de norme d'installation recommandera certainement l'emploi d'une prise de type industriel et l'installation d'une protection différentielle.</p>

<p>1.1.2 Prise électrique (bâtiments)</p>	<p>Décret 22 mars 2010</p> <p>Directive EU 2004/108/CE compatibilité Electromagnétique (marquage CE) Directive EU Basse Tension 2006/95/CE</p>	<p>(NF EN 60 309) La NF EN 60309 n'est pas munie d'obturateurs,</p> <p>NF EN 62196-1</p> <p>(NF EN 60 884-1) IEC 884-1 (prises domestiques)</p>	<p>IEC 60309 – 1 généralités IEC 60309 – 2 prises industriels</p> <p>IEC 884-1 (prises domestiques)</p>		<p>Habilitation des intervenants : Attestation Conformité CONSUEL (décret 22 mars 2010)</p>	<p>Analyse : Les normes NF EN 60309 et NF EN 62196 sont très proches. Cependant, si le scope de la 309 est extrêmement large (mais suppose une adaptation - ergonomie - pour des manipulations quotidiennes), le scope de la 62196 est réduit à la recharge des véhicules électriques et aux contraintes particulières de cette application (utilisateurs grand public, installation sur la voie publique, conditions climatiques particulières – salage). La NF EN 60309 est la norme actuelle pour les installations de grande puissance (fiches, socles de prise de courant, prises mobiles et Socles de connecteur pour tous les usages industriels/ tout type de construction, de 6 à 250 A, 690 V, 500 Hz - et bientôt 800 A 1 000 V). Les prises 309-2 industriels ne sont pas actuellement munies d'obturateurs, en conséquence leur usage est interdit par la C15-100 dans les lieux accessibles aux personnes non initiées.</p> <p>La norme NF EN 62196–1 invoque le cas des fiches, socles de prise de courant, prises mobiles et Socles de connecteur pour la recharge conductive de véhicules électriques avec une Partie 1 dédiée à la Charge allant jusqu'à 690V et 250 A a.c. et 600V et 400 A d.c (coté véhicule) Un focus group a été mis en place suite au mandat européen sur les véhicules électriques. Il a pour mission de designer une embase unique pour l'ensemble de la Communauté Européenne. Il semble probable que ce groupe désigne une des prises définies dans la IEC 62196-2.</p> <p>Positions :Les prises domestiques conformes à la norme 60884-1 ne semblent pas bien adaptées à la recharge des véhicules électriques demandant un courant > 12A et ne permettent pas le fonctionnement en mode 3 avec fil pilote. Cette prise sera utilisable pendant la phase de démarrage pour les VE. Elle semble bien adaptée à la recharge des très petits véhicules et deux roues.</p>
<p>1.2 Bâtiments</p>						
<p>1.3 - Bornes de distribution (qualification des installateurs, maintenance)</p>		<p>NFC 15-100, s'applique à l'installation électrique basse tension. Les règles d'installation de la borne entrent dans son champ d'application</p>	<p>IEC 61851 - Système de charge de véhicule Partie 21 - Exigences concernant le véhicule électrique pour la connexion conductive à une alimentation en courant alternatif ou continu</p> <p>IEC 61851 - Système de charge de véhicule Partie 22 - Borne de charge conductive en courant alternatif pour véhicules électriques</p> <p>IEC 61851 - Système de charge de véhicule Part 23 : Borne de charge conductive en courant continu pour véhicules électriques (en cours d'élaboration dans sa première version.)</p>			<p>Analyse : Ces standards vont nécessiter une révision ou le développement d'autres normes pour s'adapter aux évolutions technologiques et besoins d'utilisation (sécurité)</p>

				<p>sur les stations de recharge des VE (Mars 2010) : State Grid Corporation of China : consortium industriel chinois sur les stations de recharge CHAdEMO : borne de recharge</p> <p>UL 2594 : Equipement pour la distribution électrique des VE (câbles et stations de recharge)</p> <p>Projet de norme chinoise sur les Recommandations générales</p>	<p>CHAdEMO : application JAP - possible pour une application USA Niveau 3 (Aker Wade a signé la License+ Accord Nissan / CHAdEMO pour borne niveau 3 + Accord Nissan / Aero Vironment pour une borne de marque Nissan – niveau 2 aux USA - avec prise SAE J1772) + Europe (Epyon a signé la Licence pour l'Europe) + Accord Nissan / Ecotality : développement stations aux USA + Ford Connect Electric : accord Ford / Coulomb Tech développement de stations aux USA</p> <p>UL 2594 : Choix entre des stations fixes et mobiles (application USA – réglementation électrique ANSI/INFPA 70 – National Electric Code).</p>
1.4-Types de charge			<p>IEC 61851 : Système de charge de véhicule</p> <p>Partie 1 : conditions générales Partie 21 : Exigences pour la connexion conductive à une alimentation en c.c ou a.c</p>		<p>2 solutions possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le chargeur embarqué dans le véhicule (c.a.) - Le chargeur installé dans l'infrastructure (c.c.) <p>Le choix du type de chargeur aura un impact sur la puissance à approvisionner et même si la question reste ouverte dans les débats.</p> <p>L'une des parties en cours d'élaboration, en concertation avec la norme IEC 62196, propose un système de prise pour mono et triphasé, avec connectiques pour la recharge des VE adaptée pour la charge normale.</p> <p>Analyse : Les nouvelles versions en cours d'élaboration doivent s'attacher à renforcer des aspects du type : surveillance de la continuité de terre, séquences de mise sous tension et hors tension, pilotage du rythme de charge, pilotage bidirectionnel du flux d'énergie et paiement des transactions.</p> <p>Ceci afin de renforcer ses utilisations pour la charge normale et s'adapter aux besoins de la charge rapide.</p> <p>Des besoins ont été exprimés sur la communication sur le véhicule : Lecture des informations de la charge directement sur tableau de bord (type de données, sécurité etc.)</p>
1.5-.Comptage	<p>Directive EU "Instruments de mesure" (2004/22/CE)</p> <p>En cours de mise en place : Directive EU 2006/32/CE Efficacité énergétique Directive EU 2009/72/CE compteurs intelligents/réseaux de de distribution intelligents</p>	<p>NF EN 50470 Equipement de comptage d'électricité (c.a.)</p> <p>Partie 1 (Prescriptions générales,essais et conditions d'essai - Equipement de comptage (classes de précision A, B et C)</p> <p>Partie 2 (Prescriptions particulières - Compteurs électromécaniques d'énergie active - classes de précision A et B)</p> <p>Partie 3 (Prescriptions particulières - Compteurs statiques d'énergie active - classes de précision A, B et C)</p> <p>(NF EN) IEC 62055 Equipements de comptage de l'électricité - Systèmes à paiement</p> <p>Partie 31 - Prescriptions particulières - Compteurs statiques à paiement d'énergie active - classes 1 et 2</p> <p>Partie 32 - Particular Requirements for Multi-Part Payment Metering Installations</p> <p>Autres normes disponibles non communément utilisées :</p> <p>NF EN 13757 Systèmes de communication et de télérelevé de compteurs –</p> <p>Partie 1 - échange de données</p>	<p>IEC 62055 Equipements de comptage de l'électricité - Systèmes à paiement</p> <p>Partie 31 - Prescriptions particulières - Compteurs statiques à paiement d'énergie active - classes 1 et 2</p> <p>Partie 32 - Particular Requirements for Multi-Part Payment Metering Installations</p> <p>Autres normes disponibles non communément utilisées :</p>		<p>Note :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les normes existantes relatives au comptage ne s'appliquent que dans les cas du courant alternatif, il n'existe donc pas encore de norme pour les cas du courant continu ; Il n'existe pas aujourd'hui une demande pour le comptage en courant continu. La recharge en continu est un service et il serait donc acceptable de compter l'énergie en entrée du chargeur. - Les normes NF EN 50470 et NF EN 62055-31 sont soumises à la directive « Instrument de mesure » (MID) <p>La série 50470 est à rapprocher des séries 62052 et 62053.</p> <p>La structure des séries de normes citées est semblable et les modifications apportées à la série 50470 sont faites dans le but de satisfaire aux exigences essentielles de la Directive 2004/22/CE concernant les Instruments de Mesure (MID).</p> <p>TC potentiellement compétents :</p> <ul style="list-style-type: none"> - IEC/TC 13 (Mesure de l'énergie électrique, contrôle des tarifs et de la charge) - CEN/TC 294 (Télé relevé des compteurs tous fluide) + mandat M441 du CEN pour les compteurs intelligents

		<p>(NF EN) IEC 62052 - Équipement de comptage de l'électricité - Prescriptions générales, essais et conditions d'essai- Partie 11 - Equipement de comptage Partie 21 - équipement de tarification et contrôle de charge</p> <p>(NF EN) IEC 62056 - Equipements de mesure de l'énergie électrique - Echange des données pour la lecture des compteurs, le contrôle des tarifs et de la charge Partie 21 - Echange des données directes en local</p>	<p>IEC 62052 - Équipement de comptage de l'électricité - Prescriptions générales, essais et conditions d'essai- Partie 11 - Equipement de comptage Partie 21 - équipement de tarification et contrôle de charge</p> <p>IEC 62056 - Equipements de mesure de l'énergie électrique - Echange des données pour la lecture des compteurs, le contrôle des tarifs et de la charge Partie 21 - Echange des données directes en local</p> <p>IEC 61851- système de charge de véhicule - projet Part 24 - Communication protocol between offboard charger and electric vehicle</p>			<p>UL 2231-2 : Règles pour les dispositifs de protection des systèmes de redevances Compteur intelligent ERDF-Linky</p>	<p>Initiative / projet : Les nouveaux compteurs intelligents d'ERDF – Linky (opération pilote en 2010-2011).</p> <p>Analyse : Le champ du comptage infrastructure peut être considéré comme couvert par la norme IEC 62052 (boîtier) et les normes IEC 62056 (échanges de données et tarification).</p> <p>Se pose les questions du sous-comptage pour les bornes multi-usages (comptage mutualisé, identification et facturation) et du comptage à l'intérieur des véhicules : - le type de boîtier ; - le système de communication des données (technique d'identification, facturation, transfert des données (Adsl, CPL etc...)).</p>
1.6- Sécurité : Protection particulière pour batteries Li (propagation du feu), émanations toxiques – impact sur ventilation à mettre en place							
1.7- Stabilité du réseau d'électricité							
2 -Communication (ISO/TC 22 SC3 – IEC)							
2.1- Niveau de communication OSI, communication aérienne (arrêt de recharge) Protocole de Communication			<p>Projet de norme ISO/IEC 15-118 concernant la communication entre la borne et le véhicule</p> <p>Pr Part 1 : General information and use-case definition Pr Part 2 : Technical protocol description and Open Systems Interconnections (OSI) layer requirements Pr Part 3: Proposal of outlines</p>			<p>HomePlug : Initiative industrielle PLC EDF : Initiative industrielle</p>	<p>Il n'existe pas de consensus sur le système à utiliser. Les différentes technologies sont en cours de test et comparaison. Les travaux sont de la responsabilité du « Join Working Group » ISO/IEC JWG V2G CI « Vehicule to Grid » (GT mixte ISO/TC 22/SC 3 - CEI/TC 69). Les systèmes actuellement étudiés sont : - transmission en bande CENELEC utilisant le FSK ou OFDM - transmission en haute fréquence (2 à 30 MHz) (Home plug) - transmission sur le fil pilote en 90kHz à 455 kHz</p> <p>Pour la commande des chargeurs en continu deux possibilités sont étudiées - Une proposition de communication CAN - transmission sur le fil pilote</p> <p>IEEE : initiative Smart Grid pour la modernisation et l'optimisation du réseau électrique</p> <p>IEEE + ITU-T : création d'un Workshop sur de le développement d'internet dans le transport</p>

				<p>SAE J-1850 : Interface de réseaux de communication de données de classe B (Juin 2006)</p> <p>SAE J-2293 Parties 1 et 2 : Recommandations pour la recommunication et l'architecture réseau (Juillet 2008)</p> <p>SAE J-2386 Partie 1 : Standard de communication entre VE et Utility Grid (en cours)</p> <p>SAE J-2386 Partie 2 : Standard de communication entre VE et la borne de recharge (en cours)</p>		SAE J-1850 / J-2293 Partie 1 et 2 / SAE J-2386 Partie 1 et 2 : application USA
2.2- Contrôle des puissances – Puissance techniquement dispo (61 851)						
2.3 - Paiement (intégrer les résultats GT monétique), roaming						
2.4 Réserve des places (disponibilité...)						
3- Véhicules						
3.1- Types de véhicules à définir (vélo? , scooter, voiture,...) --> Types de véhicules : Vélos électriques, Scooters électriques, Quadricycles électriques, Véhicules 100% électriques & Véhicules hybrides 'Plug-in'	Directives européennes reprenant les règlements de la Commission Economique pour l'Europe de l'Organisation des Nations Unies (CCE-ONU). A noter - recommandation spécifique pour les véhicules électriques "R100", appliquée en France, relative à la sécurité pour les passagers et pour certains aspects d'impact environnemental, en particulier pour la mesure de la performance énergétique, le comportement de la batterie après choc (« crash test »), l'aspect feu et la compatibilité électromagnétique.					
3.2 - Catégories à définir			ISO 8713: 2005 Véhicules routiers électriques – Terminologie	UL 2202 : Equipement pour la recharge du VE		La norme ISO 8713 pourrait faire l'objet d'une révision afin d'intégrer les nouvelles définitions soulignées par notre sous-groupe de travail. UL 2202 : Choix entre un équipement embarqué et non embarqué (application USA – réglementation électrique ANSI/INFPA 70 – National Electric Code).

<p>3.2.1 dimensions différentes : aménagement urbains particuliers, soumis également aux règles d'homologation</p>						
<p>3.2.2 niveaux de sécurité par type de recharge (interdictions particulières si elles existent (Batterie Li))</p> <p>Modes de charge suivant IEC 61851 et ²:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vélos électriques (VAE) ¹ – Mode 1 (maxi 10A) à usages domestique* et public. • Scooters électriques ¹ – Mode 1 5 (I max TBD) et mode 3 «basic»** à usages domestique* et public. • Quadricycles : Mode 1 ^{1 2}, mode 2 ¹, mode 3 «basic»** à usages domest* & public. • Véhicules hybrides 'Plug-in' ^{1 2} : <ul style="list-style-type: none"> - Mode 1 ¹, Mode 3 ^{1 2} ou mode 3 «basic»** à usages domestique* et public. • Véhicules 100% électriques ^{1 2} : <ul style="list-style-type: none"> - Mode 3 ^{1 2}, mode 3 «basic»** ¹, mode 2 ^{1 3 *} à usage domestique. - Mode 3 ^{1 2} et mode 4 ¹ à usage Public. 			IEC 61851			
<p>3.3 - Connectique : quels types de prises sont actuellement disponible ?</p> <p>Câble Connexion Borne-Véhicule</p> <p>Cordon mobile: (voir détails annexe)</p>	Tous les composants électriques du véhicule électrique sont soumis à la Directive EU "Basse Tension" (2006/95/CE)	<p>HD 21 : Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension assignée au plus égale à 450/750 V.</p> <p>HD 22 : Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension assignée au plus égale à 450/750 V – Future série NF EN 50525</p>				<p><u>Positions :</u> Cette série de norme normalise les conducteurs et câbles isolés au caoutchouc et au polychlorure de vinyle pour une tension assignée au plus égale à 450/750 V, soit pour la charge normale Au niveau européen, les séries de normes HD 21 et HD 22 s'appliquent.</p> <p>Analyse normative: En fonction du besoin, il existe dans la série de documents d'harmonisation HD 21 et HD 22, la norme idoine pour le câble approprié.</p> <p>Selon la charge « lente » ou « rapide », les caractéristiques ne seront pas les mêmes et donc n'auront pas la même référence normative.</p> <p>Notamment HD 22-4 correspondant à la norme française NFC 32-102-4. (future NF EN 50525)</p>

<p>Cordons attachés au mur (font partie de l'installation fixe):</p>			<p>IEC 60245 (câbles)</p>			<p>Les normes françaises "domestiques" décrivant les socles et prises de courant ne font état que de socles et prises avec obturateurs, la seule exception est celle mentionnée dans la NFC 15100 (voir plus haut): prises industrielles. Au regard de cela, la porte est ouverte dans le cadre de cordons de type prolongateurs à une prise spécifique construite à partir du domaine industriel: la mesure à prendre pour être à un niveau de sécurité équivalent est de garantir que la prise n'est pas sous tension lorsqu'elle est branchée. Cela devrait condamner le mode 1 de recharge au moins avec une prise de ce type. Au regard du chapitre 555.1.8 (de la norme C15-100), la prise industrielle n'est pas concernée par la mesure liée aux obturateurs. L'application ici concerne des zones surveillées et les mesures prises de non énergisation de la prise tant qu'elle n'est pas branchée rend cette mesure sans risque. Il faut donc considérer cette prise comme une prise industrielle, ce qui est le cas sur le plan normatif.</p>
<p>Charge rapide en DC:</p>						<p>A considérer comme un cordon attaché</p>
<p>Prise Véhicule :</p> <p>Connectique suivant IEC 62196-2 et JARI, type et puissance de charge.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connecteur VE / VH-Plug'in : - Type 1^{1 2} (Gamme VE 2011) . - Type Jari¹ (pour charge Mode 4, VE 2011) - Type 2 (2^e VE à partir de 2012, 1 VHy-Plug'in 2012 TBC), VE¹ exploration - Autres¹ : alternative à type 2 sur VHy-Plug'in 2012 TBC. • Puissance & Type de Charge : - Charge Lente : 3, 5KW VE^{1 2} 2011 et VHY¹ Plug-in 2012, 7KW VE² 2012 - Charge intermédiaire² : 11 à 22 KW triphasé VE à partir de 2012 - Charge Rapide : AC² 43 KVA, Mixte^{1 2} AC-DC (43KW AC + Chademo DC) 			<p>IEC 62196-2 et JARI</p> <p>IEC 62196 : Fiches, socles de prise de courant, prises mobiles et socles de connecteur pour véhicule – Charge conductive des véhicules électriques</p> <p>Partie 1 : Charge des véhicules électriques jusqu'à 250 A c.a. et 400 A c.c.)</p> <p>Partie 2 : Règles 'interchangeabilité dimensionnelle pour socle de connecteur et prise mobile à broches et alvéoles - en cours d'élaboration</p> <p>Projet partie 3 : Dimensional interchangeability requirements for pin and contact-tube coupler with rated operating voltage up to 1 000 V d.c. and rated current up to 400 A for dedicated d.c. charging</p>	<p>SAE J-1772 : Electric Vehicle Conductive Charge Coupler (janvier 2010)</p> <p>Connecteur Daimler Mennekes (CDM)</p>		<p>/initiative / projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connecteur type SAEJ1772/Yazaki (monophasé uniquement, compact, technologique). • Connecteur type Daimler/Mennekes (3P+N+T, 63A =43kW), surdimensionné pour la majorité des véhicules à venir. • Connecteur IEC 60309-2 : standard flexible, produits éprouvés • IEC 60309-2 modifié, connecteur BetterPlace • Nouvelle proposition japonaise (IEC 62196-2) destinée à s'appliquer aux socles de connecteur et prise mobile à broches et alvéoles à configuration harmonisée, d'une tension nominale de 230 V a.c. monophasée 50 – 60 Hz et d'un courant nominal n'excédant pas 32 A, destinés à la charge conductive de véhicules électriques • La recharge en courant continu est une nouvelle demande et plusieurs propositions ont été faites. Les voitures d'origine japonaise qui seront commercialisées en 2012 seront équipées d'une prise CC non normalisées. <p><u>Analyse</u> : Le projet de prise (IEC 62196 et 61851) semble être adéquat pour la charge normale, même si il existe aussi la norme IEC 60309-2 disponible et satisfaisante.</p> <p>Pour la charge rapide, les acteurs sont en attente d'une future norme. La norme IEC 62196 peut satisfaire ce type de charge mais ici aussi.</p> <p>Consortia : SAE J-1772 : application USA et JAP pour la connexion des Niveaux 1 et 2 (reconnu par UL en juin 2010). Niveau 3 en attente. Ex : Nissan a choisi SAE J-1772 pour niveau 2</p> <p>CDM : accord européen pour une prise unique (niveau -)</p>
<p>3.4 - Sécurité : Protection du feu (propagation toxique) – batterie</p>	<p>voir 5.4</p>					

Stockage			<p>ISO 6469 Véhicules routiers électriques -- Spécifications de sécurité Partie 1: Stockage de l'énergie électrique à bord du véhicule - Exigences en matière d'isolement, d'émissions d'H2 et autres produits, et protection des occupants en cas de choc Partie 2: Mesures de sécurité fonctionnelle et protection contre les défaillances - Exigences en matière de sécurité véhicule en marche AV, AR, à l'arrêt, et diverses spécification pour comparable à celles des véhicules classiques.</p>	<p>SAE J-2344 : Guide pour la sécurité des Véhicules électriques</p>		Précisent les spécifications de sécurité applicables pour le stockage de l'électricité dans les VE.
3.5 - Habilitation pour intervention sur VE / VHy-Plug'in ((professionnel (habilitation), gestionnaire de flotte, client) – donner info sur droit d'intervention				<p>NFC 18-550 : Recueil d'instructions de sécurité d'ordre électrique pour opérations sur véhicules/engins automobile à motorisation électrique et énergie électrique embarquée en basse tension</p>		Les prescriptions de la présente publication sont établies pour assurer la sécurité des personnes contre les dangers d'origine électrique présentés par les véhicules à motorisation électrique lorsqu'elles effectuent des opérations sur ou au voisinage : - de l'équipement électrique de traction et/ou des équipements de service / servitude des véhicules à motorisation électrique ; - du dispositif d'énergie électrique embarquée (EEE). Sont concernés les véhicules à motorisation électrique : - à usage du transport de personnes et de marchandises circulant sur route et hors route ; - les engins de manutention ; - les véhicules en fin de fabrication (sortie de chaîne d'assemblage).
3.6 - Conditions d'intervention des secours en cas d'incident (accessibilité à la déconnexion de la batterie et maîtrise des feux d'incendies impactant les batteries.						
3.7 – Autres Marquage					Marquage ² : Proposition de marque collective ou label, recueillant le consensus des acteurs, intégrant les restrictions d'usage des différents modes de charge, les recommandations particulières applicables aux véhicules ou à l'infrastructure de charge, enfin les éléments techniques complémentaires de spécifications / normalisation de référence. PSA apprécie l'initiative de Renault sur ce marquage, et souhaite participer aux modalités d'application de cette marque collective ou label.	

						NB : * l' autorisation du mode est soumis à recommandations particulières pour l'installation électrique et pour le chargeur embarqué ** (à terme), mode de charge à courant limité constant en cours de normalisation et sous réserve d'aboutissement ¹ PSA _ ² Renault ³ Renault: A usage occasionnel exclusivement domestique et limité à 10 ampères au maximum
3.8 – consommation d'énergie	- règlement R101 de la CEE/ONU sur la mesure de la consommation d'énergie du véhicule,		ISO 8714: 2002 Consommation d'énergie de référence et autonomie de référence – mesure de la consommation d'énergie véhicule électrique pur. ISO 8715: 2001 Caractéristiques routières - mesure des performances du véhicule électrique pur, Vmax, décharge complète de la batterie, démarrage en côte, accélération			
3.9 Recyclabilité	Directive VHU (Véhicule Hors d'Usage) s'applique, concerne les exigences relatives à la réutilisation, au recyclage et la valorisation du véhicule dans sa globalité. Directive 2000/50/CE du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage					
3.9 Sécurité	Règlement 100 (sécurité du véhicule d'un point de vue électrique); règlements "crash" (règlements 12, 94 et 95) afin de garantir la sécurité des occupants et des tiers lors d'un accident					
3.11 Autres - VHR			IEC 62576 Ed 1: Condensateurs électriques double-couche pour véhicules électriques hybrides - Méthodes d'essai des caractéristiques			Ces composants sont à l'intérieur du véhicule et de la responsabilité des constructeurs
4 - Cordon de charge (borne/véhicule) défini dans norme 61 851						

<p>4.0 Usage Domestique : - VE : Cordon nomade ds le véh.^{1 2}, ou à poste fixe², prise mur conforme à la réglementation électrique (type 3 pour FR TBC) , prise véh. type 1^{1 2} (2011), type 2² (2012) Ou Cordon Mode 2¹ - VHy-Plug'in¹ : Cordon nomade dans le véhicule avec prise véh. type 2 ou autre (2012). Cordon attaché équipé de prise IEC 62196-2 suivant réglementation pays (type 3 pour la Fr) + adaptateur domestique (type E+F pour la France) Scooter E.¹ : Câble attaché au véhicule avec prise domestique (à consolider). VAE¹ : Cordon nomade.</p>			IEC 61 851			
			IEC 62196-2			

Usage Public ou privé recevant du public

<p>4.1 - Câble attaché à la borne</p>				<p>UL 2594 : Equipement pour la distribution électrique des VE (câbles et stations de recharge)</p> <p>UL 62 : Standard pour les câbles de recharge</p>		<p>UL 2594 : Choix entre un câble mobile et fixe (application USA – réglementation électrique ANSI/INFP 70 – National Electric Code).</p> <p>UL 62 : Application USA / CAN / MEX</p>
<p>4.2 - Câble nomade dans voiture - VE : Cordon nomade ds le véh.^{1 2}, ou à poste fixe², prise mur conforme à la réglementation électrique (type 3 FR) , prise véh. type 1^{1 2} (2011), type 2² (2012). * - VHy-Plug'in : Cordon nomade dans le véhicule avec prise véh. type 2 ou autre (2012). - Quadricycle²: Cordon attaché équipé de prise IEC 62196-2 suivant réglementation pays (type 3 pour la Fr) - Scooter E.¹ : Câble attaché au véhicule avec prise domestique (à consolider). - VAE¹ : Cordon nomade.</p>				<p>UL 2594 : Equipement pour la distribution électrique des VE (câbles et stations de recharge)</p> <p>UL 62 : Standard pour les câbles de recharge</p>		<p>UL 2594 : Equipement pour la distribution électrique des VE (câbles et stations de recharge)</p> <p>UL 62 : Standard pour les câbles de recharge</p>
<p>4.3 - Câble attaché au véhicule (Responsabilité du propriétaire)</p>						

5- Batteries (INERIS)

<p>5.1 Général/Fabrication</p>			<p>50272-3 : Règles de sécurité pour les batteries et les installations de batteries. - Partie 3 : batteries de traction (2003) IEC 62620 (projet) Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide - Accumulateurs au lithium de grand format pour applications stationnaires et mobiles IEC 62619 (projet) Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide - Exigences de sécurité pour les accumulateurs au lithium de grand format pour applications stationnaires et mobiles. ISO/DIS 12405-1 (projet) : Véhicules routiers à propulsion électrique -- Spécifications d'essai pour des installations de batterie de traction aux ions lithium -- Partie 1: Applications à haute puissance ISO/AWI 12405-2 (projet) : Véhicules routiers à propulsion électrique -- Spécifications d'essai pour des installations de batterie de traction aux ions lithium</p>	<p>SAE J1797 Recommended Practice for Packaging of Electric Vehicle Battery Modules SAE J2289 Electric-Drive Battery Pack System: Functional Guidelines Quick Drop Renault (échange batteries) Better Place (échange batteries) UL 2054 : Caractéristique techniques des Batterie portative pour véhicule électrique</p>		<p>Décision UL d'aligner ses standards Batteries Lithium-Ion (UL 1642 + UL 2054) avec IEC 62133 pour les tests et certifications (initialement en juin 2009 mais reconduit à juillet 2010)</p>
<p>5.2 Transport</p>	<p>Règlementation TMD. Recommandations ONU pour le transport des marchandises dangereuses et manuel d'épreuves et de critères.</p>		<p>CEI 62281 «Sécurité des piles et des batteries primaires et secondaires au lithium pendant le transport». (2004)</p>			<p>Un groupe ad hoc « batteries » a reçu mandat du sous-comité d'expertsTMD de l'ONU pour réviser la section 38.3 du manuel d'épreuves et de critères ONU décrivant les essais T1 à T8 que doivent subir les cellules et batteries Li.ion pour pouvoir être transportées. Le travail consiste essentiellement à adapter le référentiel d'essais existant aux batteries pour les applications de puissance (dont VE). La norme CEI 62281 ne sera plus en conformité avec la réglementation quand la révision du règlement sera votée.</p>

<p>5.3 Performances / Durée de vie</p>			<p>IEC 61982 – 2 : Accumulateurs pour la propulsion des véhicules routiers électriques - Partie 2 : Essai de performance de décharge dynamique et essai d'endurance dynamique (2002)</p> <p>IEC 61982 – 3 : Accumulateurs pour la propulsion des véhicules routiers électriques. Partie 3: Essais de performance et de durée de vie (véhicules pour utilisation urbaine, compatibles avec la circulation) (2001)</p> <p>IEC 61982 – 1 : Accumulateurs pour la propulsion des véhicules routiers électriques - Partie 1 : Paramètres d'essai (2007)</p> <p>ISO 12405-1 : Véhicules routiers -- Véhicules routiers à propulsion électrique -- Spécifications d'essai pour des installations de batterie de traction Lithium-Ion - Application haute puissance</p> <p>ISO 12405-2 : Véhicules routiers -- Véhicules routiers à propulsion électrique -- Spécifications d'essai pour des installations de batterie de traction Lithium-Ion - Application haute énergie</p>	<p>SAE J1798 Recommended Practice for Performance Rating of Electrical Vehicle Battery Modules</p> <p>SAE J2288 Life Cycle Testing of Electric Vehicle Battery Modules</p> <p>SAE J2380 Vibration Testing of Electric Vehicle Batteries</p> <p>UL 1642 : Caractéristique techniques des Batterie Lithium-Ion pour VE</p>		<p>IEC 61982 – 1 (projet) : Batteries d'accumulateurs (excepté lithium) pour la propulsion des véhicules routiers électriques - Essais de performance et de durée de vie viendrait en remplacement de :</p> <p>IEC 61982 – 1 : Accumulateurs pour la propulsion des véhicules routiers électriques - Partie 1 : Paramètres d'essai (2007) (attention, projet de révision)</p> <p>IEC 61982 Partie 4 Ed.1: Essais de performance pour les batteries et éléments d'accumulateurs Lithium-ion (en cours d'élaboration -</p> <p>IEC 61982 Partie 5 Ed.1: Essais de sécurité pour les batteries et éléments d'accumulateurs Lithium-ion (en cours d'élaboration -</p> <p>IEC 62660 (projet) Accumulateurs pour la propulsion des véhicules routiers électriques - Partie 1: Essais de performance pour les éléments d'accumulateur lithium-ion</p>
<p>5.4 Sécurité électrique</p>	<p>WP29/GRSP/ELSA : Décision au sein du WP 29 de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies de constitution d'un groupe d'expert au sein du GRSP (Groupe de Rapporteur sur la Sécurité Passive) : Groupe informel ELSA (Electrical Safety) « Proposal to set up an Expert Group on the construction and functional safety of high voltage vehicles to establish requirements for the RESS (Rechargeable Energy Storage System).</p> <p>2007/46/CE : Réception européenne des véhicules à moteurs du R 100.01 et du R 100 (proposition du Conseil de l'UE).</p> <p>Adoption au sein du WP29/GRSP des amendements en sécurité électrique, intégrité batterie et fuites d'électrolytes, « post crash » R 94 : choc frontal</p>		<p>ISO 6469-1- Partie 1: Stockage de l'énergie électrique à bord du véhicule - exigences en matière d'isolement, d'émissions d'H2 et autres produits, et protection des occupants en cas de choc (2001)</p> <p>ISO 6469-2 - Partie 2: Mesures de sécurité fonctionnelle et protection contre les défaillances - exigences en matière de sécurité véhicule en marche AV, AR, à l'arrêt, et diverses spécification pour comparable à celles des véhicules classiques.(2001)</p> <p>ISO 6469-3 -- Partie 3: Protection des personnes contre les dangers électriques - protection des personnes contre les dangers électriques, isolement des parties actives (2001)</p>			<p>Note : Règlement 100 (sécurité du véhicule d'un point de vue électrique); règlements "crash" (règlements 12, 94 et 95) afin de garantir la sécurité des occupants et des tiers lors d'un accident - traite également intégrité physique de la batterie suite à un impact et seront complétés par un règlement traitant de la sécurité de l'entité batterie, ce dernier étant en cours de construction</p>

				<p>SAE J-1766 Recommended Practice for Electric and Hybrid Electric Vehicle Battery systems crash integrity testing</p> <p>SAE J-2464 : Système de stockage de l'électricité pour les VE (sécurité et tests)</p>	
5.5 Tests de sécurité	Voir également ci-dessus le groupe de travail du GRSP du WP 29 sur les Systèmes de Stockage d'Energie Rechargeables.(règlements 12, 94 et 95 traitent également l'aspect intégrité physique de la batterie)		<p>IEC 62660-2 (projet) : Accumulateurs pour la propulsion des véhicules routiers électriques - Partie 2: Essais de fiabilité et de mauvais traitement pour les éléments d'accumulateur lithium-ion</p>	<p>FreedomCAR : Electrical Energy storage System. Abuse test Manual for electric and hybrid electric vehicle application (2005)</p> <p>USABC : Electrochemical storage system. Abuse test procedure manual. (1999)</p> <p>UL 2580 : batteries for use in electric vehicles (2009)</p> <p>L'INERIS développe en parallèle avec le secteur industriel un dispositif volontaire (certification "ELLICERT") pour la sécurité des batteries, en pratique les cellules et packs destinés aux VE/VH/VHR, dispositif encouragé par le MEEDDM et destiné à être porté au niveau européen</p>	
5.6 Echange de batteries		<p>La NF C 13-100 Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique HTA (jusqu'à 33 kV). Les présentes règles sont applicables aux installations électriques qui constituent le poste de livraison de l'énergie électrique à un utilisateur à partir d'un réseau de distribution publique, sous une tension nominale comprise entre 1 kV et 33 kV en courant alternatif, le courant assigné de l'équipement à haute tension du poste étant au plus égal à celui indiqué par le distributeur. Ces postes de livraison sont à l'intérieur d'un bâtiment</p> <p>NF C 13-200 - Installations électriques à haute tension (2009), Traite des installations haute tension alimentées en courant alternatif sous une tension atteignant 245 kV.</p>			<p>Initiative / projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quick Drop par Renault et Schneider • Better Place (stations d'entretien pour échanger batteries / proposition d'un abonnement à l'automobiliste dans le réseau / location de batteries) <p>= aucune norme en l'état dans ce domaine.</p> <p>Besoins de normalisation (électriques / mécaniques) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La forme des batteries (mais jugée difficile) • Le positionnement ; localisation mécanique • Les racks (fonctionnalité / sécurité) • Le mécanisme de verrouillage et déverrouillage • Le connecteur • Le protocole d'échange • les stations de recharge, il sera nécessaire de normaliser : - L'infrastructure et son accès - Les installations et leur interchangeabilité - Le stockage des batteries <p>Et ceci en utilisant notamment l'expérience des « Stations services » et des stations de remplissage Hydrogène.</p> <p>Note : Ce type d'installations (sites dédiés à la charge et l'échange de batterie) relèvent de la législation des « installations classées pour la protection de l'environnement » (ICPE). Ces installations sont soumises au Décret n° 2006-646 du 31/05/06 modifiant la nomenclature des installations classées (puissance maximale de cou</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toute installation supérieure à 1.5KV doit répondre à la norme 13-2 • Toute installation inférieure à 1.5KV doit répondre à la norme 15-10

5.6 Recyclabilité	2006/66/CE du 6 septembre 2006 relative aux piles et accumulateurs et à leurs déchets					
¹ PSA _ ² Renault						
<p>* Sous réserve de disponibilité des bornes mode 3 au démarrage du déploiement de l'infrastructure. Backup mode 2</p> <p><u>Implantation des Bornes de Charge :</u></p> <p><i>PSA et Renault doivent converger vers un besoin consolidé de volume de types de bornes de charges : AC lent et intermédiaire /rapide AC/Mixte AC/DC</i></p>						

Annexes

- a. **Caractéristiques des véhicules rechargeables devant être commercialisés d'ici 2013**

- b. **Contribution du GIMELEC au Livre Vert**

- c. **Cartographie de l'AFNOR**

- d. **Contribution d'ERDF au Livre Vert**

- e. **Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité**

- f. **Document de synthèse de l'étude CVA sur les modèles économiques de l'infrastructure de charge ouverte au public**

- g. **Plan national véhicules "décarbonés" du 1^{er} octobre 2009**

Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.

Sommaire

1. Développement efficient de l'infrastructure de charge sur les territoires.....	1
1.1 Facteurs d'économie et modalités du raccordement des points de charge au réseau public de distribution.....	2
1.2 Procédure pour le raccordement d'une installation, ou l'augmentation de la puissance d'un raccordement existant.....	5
1.3 Pilotage des recharges pour éviter les pointes de production et de réseaux.....	6
2. Rôle organisateur des collectivités, concertation avec le Distributeur pour assurer le renforcement adéquat des réseaux.....	7
Organisation du réseau d'acteurs autour des collectivités locales.....	8
3. Gestion des transactions de recharge.....	9
Mesures conservatoires requises pour assurer l'interopérabilité des bornes publiques.....	11

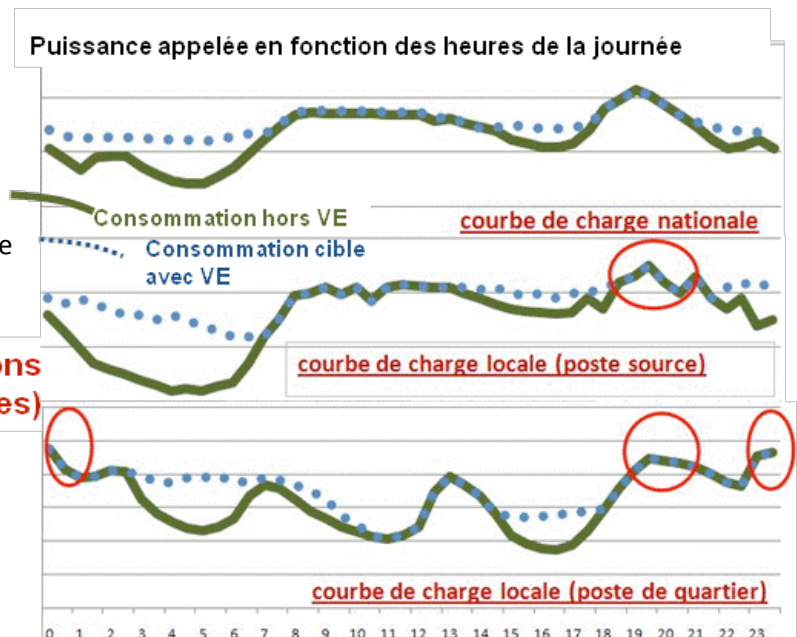
1. Développement efficient de l'infrastructure de charge sur les territoires

Les deux enjeux énergétiques de la recharge des véhicules sont liés à la réduction d'impact environnemental recherchée avec le développement des véhicules électriques :

- limiter la production de CO2 occasionnée par la recharge et donc privilégier les recharges dans les périodes où les moyens de production de pointe fortement producteurs de CO2 (fuel et gaz) ne sont pas sollicités
- limiter les pointes de consommation sur les maillons du réseau d'acheminement pour réduire les coûts de renforcement des réseaux.

Comme le montrent les exemples de la figure ci-jointe, les reliefs de la consommation nationale (qui concernent le premier enjeu) et celui des pointes locales des divers maillons du réseau jusqu'au point de charge ne sont pas tous synchrones.

Consommations locales (exemples)



Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.

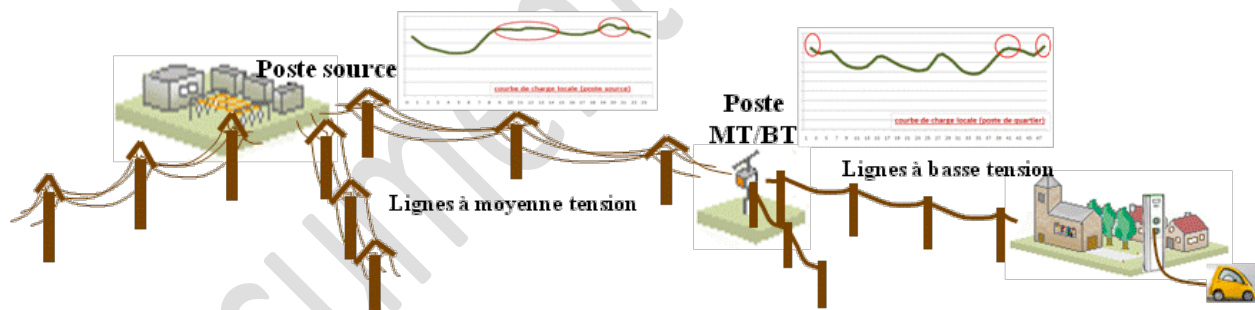
Il convient de maximiser l'efficacité des investissements de réalisation de l'infrastructure de recharge, et notamment son raccordement au réseau de distribution, tant pour la part payée par le maître d'ouvrage de l'infrastructure que pour la part payée par le distributeur. En effet :

- Le mécanisme régulateur des investissements dans les réseaux publics de distribution (qui comprend une quote-part des raccordements et des renforcements) ne couvre pas le financement des accroissements d'investissements (le TURPE n'apporte qu'une rémunération du capital investi a posteriori) induits par le développement de l'infrastructure de recharge.
- D'autres motifs d'actualité mobilisent une part importante de la capacité d'investissement, tels que le raccordement des producteurs d'ENR en très fort développement, la généralisation prévisible des compteurs Linky, l'amélioration de la qualité de fourniture etc.
- Le mécanisme régulateur conduisant à une augmentation du TURPE de l'ordre de 1% par Md€ supplémentaire, fait peser une charge sur tous les consommateurs d'électricité.

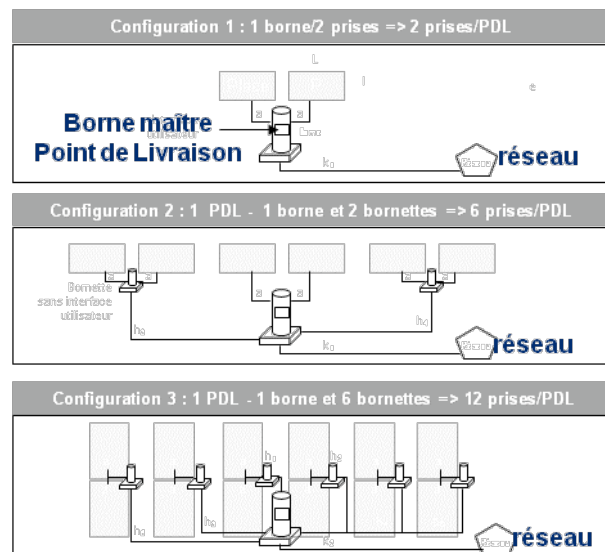
Dans la suite, nous chiffrons les enjeux financiers induits, et formulons les recommandations nécessaires à la recherche de la minimisation des coûts de raccordement et renforcements de réseaux, sans décevoir les attentes des parties intéressées aux véhicules électriques, et au premier chef leurs utilisateurs.

1.1 Facteurs d'économie et modalités du raccordement des points de charge au réseau public de distribution.

Le raccordement des points de charge entraîne un renforcement des maillons du réseau qui les alimente en fonction de la puissance maximale demandée au point de livraison et de son mode d'utilisation par rapport aux courbes de charge (puissance/temps) pré-existantes pour chacun de ces maillons.



Compte tenu de la structure et de la charge actuelle moyenne des réseaux de distribution urbains (le chiffrage n'est pas réalisé pour des réseaux ruraux), les coûts moyens (les coûts réels sont variable selon la configuration locale) de raccordement et de renforcement des réseaux ont été chiffrés pour des bornes installées dans trois configurations type correspondant à des bornes publiques, et pour deux hypothèses de puissance unitaire des points de charge, 3 kVA et 22 kVA (une borne comporte généralement au moins deux PdC). Ce chiffrage ne



Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.

prend pas en compte à ce stade les mesures décrites plus bas pour réduire les pointes de réseaux.

Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous. On constate qu'au prix du raccordement payé par le demandeur, il faut ajouter le coût assumé par le GRD, très supérieur.

Coût moyen par point de charge en € HT (le coût effectif est variable selon le cas)					
Configuration et Puissance/PdC	Tarif de raccordement pour le demandeur	Part de raccordement payée par le GRD	Coût de renforcement payé par GRD	Coût total	Coût pour le GRD
2 PdC 3kVA	527	351	436	1313	787
6 PdC 3kVA	184	123	436	742	558
12 PdC 3kVA	94	63	436	592	498
2 PdC 22kVA	2234	1490	3485	7209	4974
6 PdC 22kVA	802	534	2614	3950	3148
12 PdC 22kVA	401	267	2614	3282	2881
12 PdC 22kVA puissance souscrite au PDL réduite de moitié	401	267	1960	2628	2227

Il est de l'intérêt de la collectivité de viser le minimum de coût d'ensemble, y compris le coût du Distributeur, qui se répercute à terme sur la facture des consommateurs. Les recommandations données ci-après vont dans ce sens.

Ce calcul met en évidence les principaux facteurs de coût du raccordement des points de charge que sont :

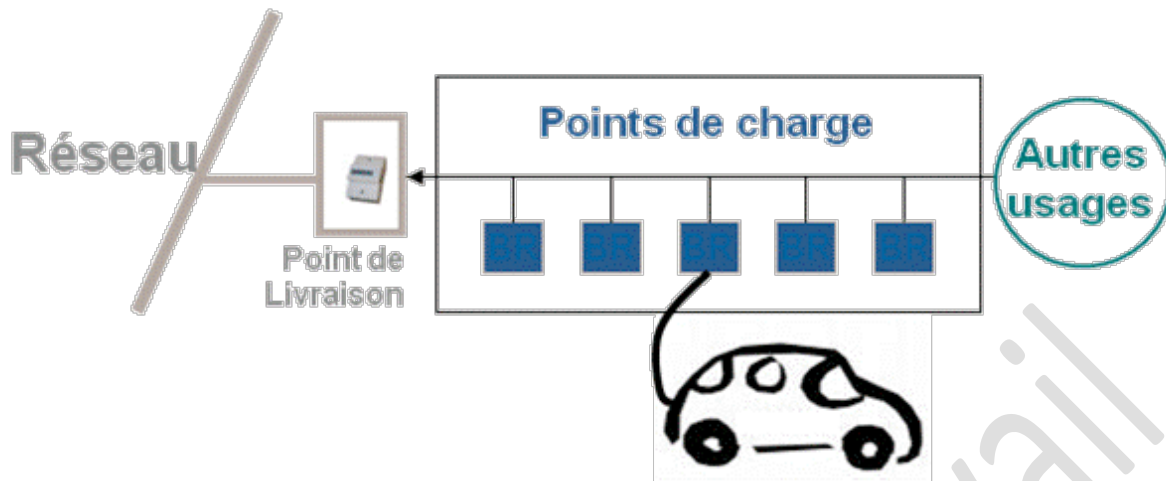
- La puissance du point de charge : le coût est 5 à 6 fois plus élevé pour une puissance de 22 kVA/PdC que pour une puissance de 3 kVA/PdC.
- Le nombre de points de charge par point de livraison : le coût de raccordement par point de charge diminue sensiblement si on les regroupe derrière un même point de livraison.
- La puissance souscrite au point de livraison qui détermine le coût de raccordement et renforcement.

Les recommandations de conception qui en découlent sont de :

- **Maximiser le nombre de points de charge derrière un même point de livraison**, dans la limite des contraintes de faisabilité, et même associer ces points de charge à d'autres usages . On cherchera ainsi à utiliser chaque fois que possible un point de livraison déjà existant.
- **Minimiser la puissance totale souscrite au point de livraison.**
- **Piloter les recharges** afin de ne pas excéder la puissance souscrite et réduire la puissance appelée en heures de pointe, nationale comme locales.

Le schéma suivant récapitule l'aménagement de réseau entre le GRD et le gestionnaire de l'installation incluant des bornes de recharge. Il s'applique dans tous les cas (avec un seul point de charge dans le cas d'une résidence individuelle) :

Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.



Cas des points de charge dans les bâtiments résidentiels et tertiaires :

Les recommandations précédentes s'appliquent aussi aux points de charges installés dans les bâtiments résidentiels et tertiaires. Dans le cas d'immeubles, trois solutions sont envisageables pour alimenter le lieu de stationnement. Elles sont présentées dans un ordre décroissant d'efficacité, la première, pour les immeubles résidentiels, étant a priori la plus économique et la plus adéquate en termes de gestion pour des immeubles de taille limitée.

Résidentiel collectif

- Solution 1 : installation d'un câble individuel partant du tableau de répartition de l'appartement de l'utilisateur du véhicule électrique. Cela lui permet d'exploiter son contrat de fourniture d'électricité et de gérer ses recharges de manière coordonnée avec ses autres usages domestiques, à l'aide d'un gestionnaire d'énergie.

	<p>Conception d'un départ spécifique issu du tableau de répartition de chaque logement :</p> <ul style="list-style-type: none">- la desserte des différents points de livraisons reste inchangée et la colonne existante est laissée dans son état initial ;- une augmentation de puissance des différents points de livraison peut impacter le dimensionnement de la canalisation collective et entraîner son renforcement.
--	--

Résidentiel collectif et lieux de travail

- Solution 2 : si la solution précédente n'est pas réalisable en immeuble résidentiel (trop grande longueur, difficulté de passage du câble), et dans les immeubles professionnels, réalisation d'une desserte des points de stationnement en partant du tableau derrière le point de livraison des services généraux de l'immeuble. Le gestionnaire de l'immeuble répartit éventuellement les charges spécifiques d'électricité entre les utilisateurs au moyen de sous-compteurs individuels.

Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.



Pas de nouveau point de livraison (PDL) à créer par ERDF

- Solution 3 : si les deux premières solutions ne conviennent pas, et que l'on a recours à un gestionnaire de service de recharge différent du gestionnaire de l'immeuble, celui-ci souscrit un contrat de fourniture avec un point de livraison spécifique pour alimenter les points de charge.

Ces solutions sont à rapprocher du dispositif prévu par l'article 57 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 dite loi Grenelle 2. Au travers d'une modification du code de la construction et de l'habitation et de la loi n°65-557 du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis, il est prévu de mettre en place, notamment dans les ensembles d'habitations, des dispositifs nécessaires à l'alimentation d'une prise de recharge pour véhicule électrique et permettant un comptage individuel. Les conditions d'installation, de gestion et d'entretien d'équipements de recharge desservant « un ou plusieurs utilisateurs finals » doivent faire l'objet d'une convention entre le prestataire et le propriétaire ou le syndic en cas de copropriété.

1.2 Procédure pour le raccordement d'une installation, ou l'augmentation de la puissance d'un raccordement existant.

Pour les questions relatives au raccordement, toutes les informations utiles, procédure, formulaires, coordonnées de l'interlocuteur, etc. sont fournies sur le site internet du distributeur, notamment pour ERDF à l'adresse <http://www.erfdistribution.fr>

Les principales étapes du raccordement se composent de :

1. La transmission du dossier de raccordement au Distributeur, comportant notamment :
 - un formulaire de demande de raccordement (demande de raccordement en ligne basse tension $\leq 36\text{kVA}$, formulaire basse tension $\leq 250\text{kVA}$, formulaire haute tension HTA),
 - une copie de l'autorisation d'urbanisme, le cas échéant (ex. : permis de construire),
 - un plan de situation du terrain,
 - un plan de masse précisant l'échelle,
 - la puissance de raccordement souhaitée.

Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.

2. L'envoi par le GRD d'une proposition de raccordement dans un délai maximum de 10 jours ouvrés, à partir de la qualification du dossier complet, ou de 6 semaines ou 3 mois si une extension du réseau est nécessaire, selon le niveau de puissance de raccordement (inférieur ou supérieur à 36 kVA) . Elle comporte la solution technique retenue, l'échéancier prévisionnel des travaux et le montant de la contribution financière à la charge du demandeur.
3. A réception de l'accord sur la proposition de raccordement, réalisation des travaux en coordination avec ceux du demandeur, et préparation de la mise en service.

1.3 Pilotage des recharges pour éviter les pointes de production et de réseaux.

Le pilotage des recharges peut s'appuyer sur plusieurs outils et comportements qu'il conviendra de promouvoir, tant dans l'intérêt des utilisateurs de véhicule électrique, que dans celui de la collectivité :

Le souscripteur d'un nouvel accès au réseau et du contrat de fourniture au point de livraison doit rechercher les puissances (puissance de raccordement et puissance souscrite pour la fourniture) les plus faibles possibles, ainsi que la meilleure option tarifaire auprès de son fournisseur. Il existe une offre d'équipements permettant de piloter les recharges, ce qui lui permettra d'éviter les dépassements de puissance et d'exploiter au mieux ses options tarifaires. Ce faisant il contribuera à réduire sa propre facture d'énergie comme les pointes et les investissements réseau

En résidentiel, le client doit être incité à souscrire l'option « heures creuses » s'il ne l'a pas déjà. En toutes hypothèses, il peut utiliser le signal « 175 Hz » pour piloter la recharge de son véhicule électrique. Ce signal permet déjà de "placer" la charge du chauffe-eau, ou d'autres usages, durant les heures creuses, dont les horaires sont fixés localement par le gestionnaire du réseau en fonction des pointes locales constatées sur son réseau.

Quelques adaptations peuvent s'avérer nécessaires. Par exemple pour un utilisateur bénéficiant des deux usages, chauffe-eau et véhicule électrique, un équipement intérieur peut répartir la puissance entre les deux usages pour occuper au mieux les heures de nuit et éviter une augmentation de puissance souscrite. De tels dispositifs existent à la vente et ne posent pas de problèmes particuliers pour leur installation. Il s'agit par exemple de délesteurs, ou de « décaleurs », donnant la priorité entre usages qui convient au consommateur (taux de recharge de son véhicule, disponibilité d'eau chaude...) pour réaliser un décalage temporel entre usages, asservi à l'apparition de l'heure creuse. Le client conserve la maîtrise de son dispositif notamment grâce à l'option « marche forcée » de ce type d'équipements.

Dans un immeuble tertiaire qui dispose d'un point de livraison global, auquel les points de charge sont raccordés :

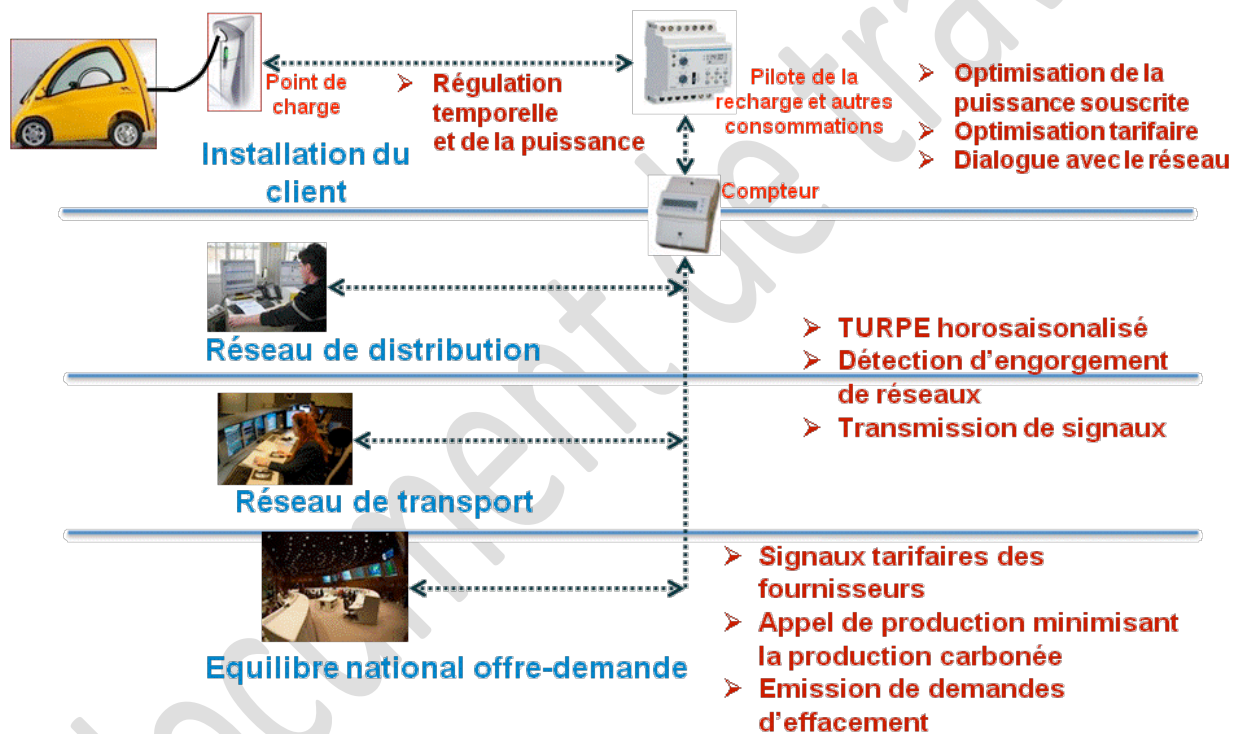
- Le gestionnaire d'immeuble gère l'ensemble des consommations d'électricité. Il souscrit en général un contrat du type « tarif jaune », voire « tarif vert » (alimentation en HTA). La souscription d'options type « longues utilisations » permet de bénéficier de tarifs horosaisonnalisés plus diversifiés que pour le résidentiel individuel, et de possibilité de dépassement de la puissance souscrite dans certaines limites.

Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.

- Des gestionnaires d'énergie plus ou moins élaborés permettent de gérer finement chacun des différents usages, et d'y ajouter le pilotage des recharges des véhicules électriques.

Les solutions existantes permettent donc une optimisation de la courbe de charge par le client en relation avec ses options tarifaires. A plus long terme, avec le développement de fonctions de « smart-grid », une communication entre le gestionnaire d'énergie du client et le réseau public permettra d'affiner le pilotage des recharges en fonction de la situation de la production et du réseau et donnera de plus grandes marges de manœuvre, améliorant l'optimisation globale : par exemple des signaux notifiant un appel à des moyens de pointe carbonés, ou un engorgement du réseau régional ou local, conduisant à réduire temporairement les puissances des recharges, ou au contraire la disponibilité d'une production locale à base d'énergie renouvelable, ou de faible charge du réseau, permettant d'accélérer les recharges.

Ces différents étages de pilotage sont récapitulés ci-après :



2. Rôle organisateur des collectivités, concertation avec le Distributeur pour assurer le renforcement adéquat des réseaux.

Contrairement au cas des pompes à essence du véhicule thermique, il faut souligner que le nombre de points de charge électrique est bien supérieur au nombre des véhicules.

En outre, en l'absence de recul sur un usage généralisé du véhicule électrique, l'utilisation effective des points de charge apparaît comme aléatoire : certains peuvent être rarement utilisés, ou au contraire les circonstances peuvent donner lieu à une conjonction d'utilisation de toutes les bornes dans un même

Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.

secteur. Le réseau ne peut donc être renforcé uniquement au vu du nombre et de la puissance maximale unitaire des points de charge, mais en fonction de la prévision de leur utilisation par les véhicules existant, avec un caractère probabiliste.

Pour réaliser le renforcement des réseaux de distribution de manière efficiente, le gestionnaire du réseau public de distribution doit donc s'appuyer sur :

- Une organisation du déploiement des véhicules électriques permettant de rationaliser et optimiser l'implantation des points de charge publics et de prévoir leur mode d'utilisation.
- La promotion de dispositifs de régulation des recharges qui réduisent les puissances appelées en heures pleines et lors d'engorgements du réseau, sans affecter l'utilité attendue par le client.

Organisation du réseau d'acteurs autour des collectivités locales.

L'aménagement de l'infrastructure de recharge sur un territoire résulte de la vision politique des collectivités locales pour les transports dans leur ensemble et pour l'insertion des véhicules électriques dans une conception inter-modale des déplacements, en visant :

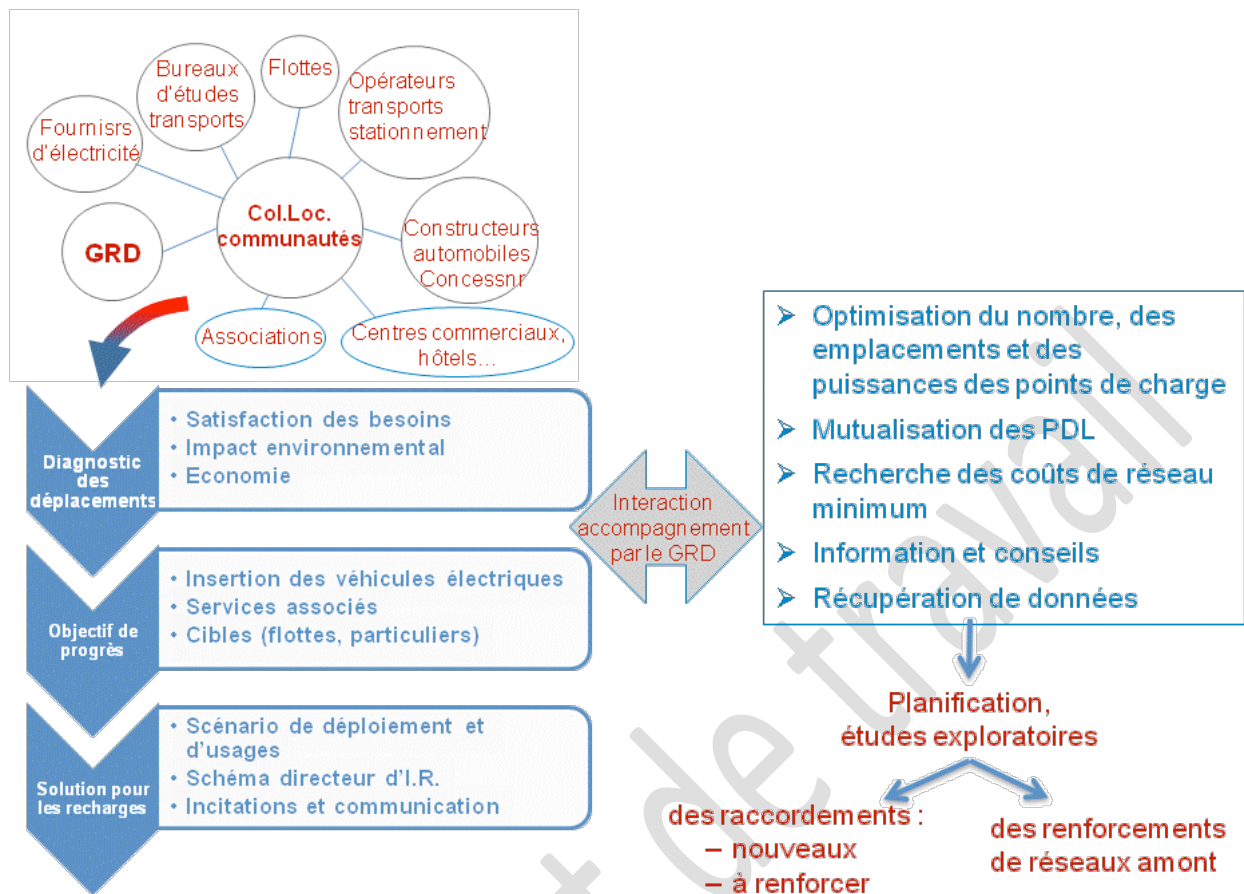
- La satisfaction des besoins
- La performance environnementale
- L'économie globale

Il appartient aux collectivités locales d'animer le développement des véhicules électriques sur leur territoire, à la maille pertinente, en mettant sur pied un réseau d'acteurs en phase avec la vision politique des déplacements afin de :

- Définir les modalités et le rythme probable de développement des véhicules selon leur nature (tout électrique, hybrides rechargeables...) et leurs usages : flottes professionnelles, véhicules personnels, services (locations, auto-partage etc.)
- Déterminer les besoins de recharge par zone géographique et définir l'architecture de l'infrastructure pour y répondre, entre points de charge à domicile, dans les locaux professionnels et d'accès publiques. Ces derniers se répartissent en différents lieux, avec différents donneurs d'ordre, mais dans une vision d'ensemble qui doit être cohérente :
 - sur le domaine public (voirie, places...)
 - sur le domaine concédé (parkings publics, gares, ports)
 - sur le domaine privé recevant du public (stations-service, commerces, hôtels...)

La figure suivante illustre ce fonctionnement de réseau d'acteurs sur le territoire :

Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.



L'article 57 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010, dite Grenelle 2 stipule que « le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité émet un avis sur le projet de création d'infrastructures de charge ». En pratique, le Gestionnaire du réseau de distribution est aux côtés des collectivités pour assurer :

- Le dialogue en amont pour concilier la vision politique et les contraintes de réseaux dans la définition des lieux et des puissances des points de charge
- L'organisation des raccordements et des renforcements.
- La fourniture d'informations, conseils et propositions pour des solutions répondant aux besoins.

Des outils informatiques sont en cours de développement pour permettre de réaliser plus facilement ces études de conception et de planification d'infrastructure.

3. Gestion des transactions de recharge.

Comme exposé plus haut, les points de charge sont généralement groupés et raccordés à un point de livraison du réseau de distribution.

Le gestionnaire des points de charge raccordés à un même point de livraison souscrit un contrat de fourniture avec le Fournisseur de son choix pour ce point de livraison, qui contient le compteur géré par le GRD, lequel transmet les données de consommation au fournisseur pour que celui-ci facture son client.

Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.

Il réalise, soit une répartition de charges dans des conditions contrôlables par les utilisateurs (cas des gestionnaires d'immeubles), soit une vente de service ayant plusieurs composantes de coûts (amortissement d'infrastructure, maintenance, gestion...), dont l'achat d'électricité. Il intègre donc le prix de l'électricité dans le prix du service de recharge, qu'il peut moduler en fonction de la durée de stationnement, de l'heure de la journée, et même de la consommation d'électricité mesurée par un sous-comptage.

Concernant les transactions sur les bornes publiques, deux étapes d'organisation sont prévues :

Dans l'immédiat, paiement direct par le conducteur au gestionnaire des bornes (cf. solution monétique développée par ailleurs).

À court terme, une solution sera développée pour permettre aussi un « paiement sans frontière » c'est-à-dire la souscription par l'utilisateur du véhicule d'un abonnement ou d'un service de mobilité « recharges comprises quel qu'en soit le lieu » auprès d'un opérateur de son choix (loueur par exemple), sans avoir à se préoccuper du paiement à chaque recharge.

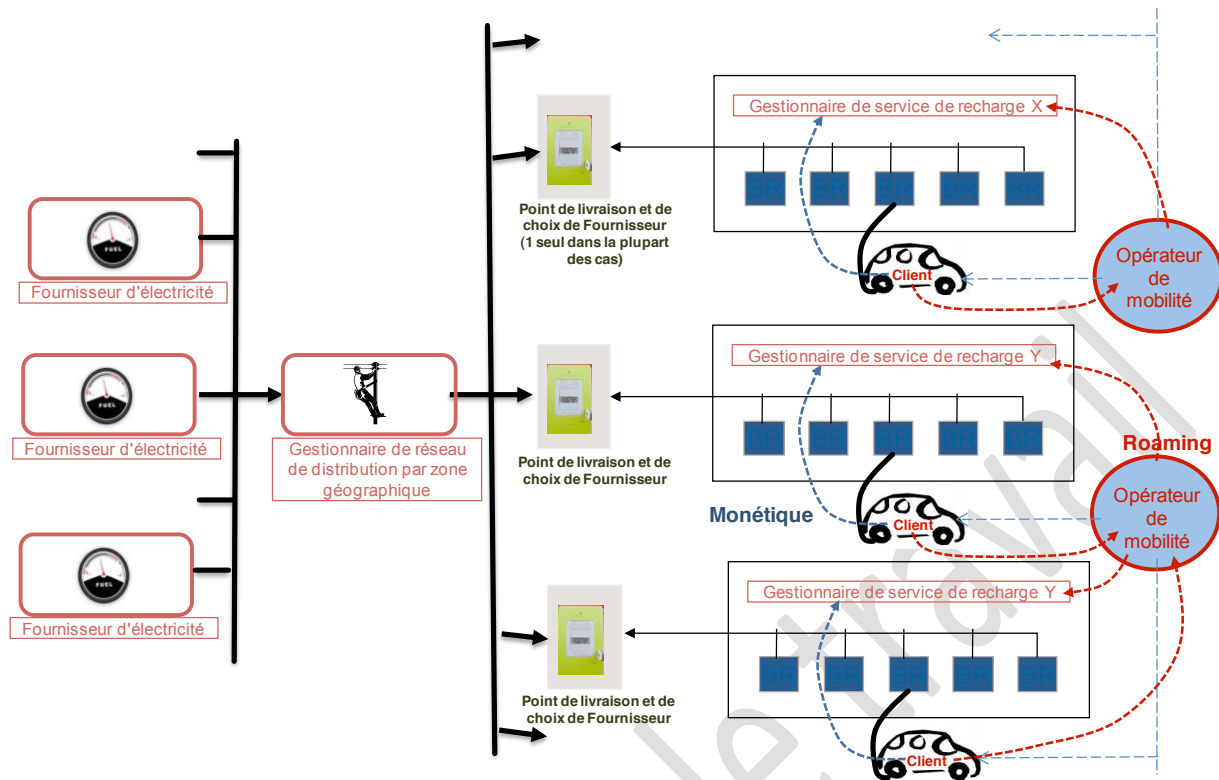
Une compensation sera organisée pour que le gestionnaire local du service de recharge soit rémunéré par l'opérateur de mobilité.

Dans cette solution, le fournisseur d'électricité restera choisi localement par le gestionnaire du point de livraison qui alimente le point de charge utilisé.

Les études prospectives menées par les différents acteurs ont mis en évidence le fait que le choix d'un fournisseur d'électricité au point de charge par l'utilisateur, ou par « l'opérateur de mobilité », soulève des difficultés importantes tant de compatibilité avec l'organisation du secteur électrique et avec les outils de gestion existants, que de coût et de complexité de mise en œuvre, alors que la part du coût de l'électricité dans le prix du service de recharge est très minoritaire. Son opportunité et sa faisabilité seront instruites ultérieurement.

La figure suivante illustre les situations immédiate et à court terme, en figurant le circuit de paiement par des pointillés (en bleu règlement par le système monétique, en rouge par une compensation, ou "roaming", entre opérateurs de mobilité et gestionnaires de services de recharge).

Contribution ERDF au Livre Vert Technique : enjeux de ressources et organisation de l'installation des points de charge des véhicules électriques.



Mesures conservatoires requises pour assurer l'interopérabilité des bornes publiques.

Dès à présent, des dispositions doivent être organisées pour que tous les points de charge publics s'inscrivent dans la perspective d'interopérabilité sans frontière et de développement des facilités d'accès. Cela conduit notamment à :

1. Recenser les bornes existantes et enregistrer les nouvelles bornes dans une base nationale en précisant :
 - Le géo-référencement
 - Les références du gestionnaire et autres informations utiles
2. Définir un plan d'adressage des points de charge et d'identification des clients et véhicules (à échelle européenne).
3. Préparer les conditions d'un service plus élaboré à l'utilisateur : publication de l'état des points de charge (libre/occupé/indisponible...), transactions sans frontière, et moyens de communication associés.

Annexes

- a. **Caractéristiques des véhicules rechargeables devant être commercialisés d'ici 2013**

- b. **Contribution du GIMELEC au Livre Vert**

- c. **Cartographie de l'AFNOR**

- d. **Contribution d'ERDF au Livre Vert**

- e. **Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité**

- f. **Document de synthèse de l'étude CVA sur les modèles économiques de l'infrastructure de charge ouverte au public**

- g. **Plan national véhicules "décarbonés" du 1^{er} octobre 2009**

Livre vert collectivités locales

Annexe : Réglementation, normes et standards pour le déploiement du véhicule électrique

(avertissement : cette annexe est à jour à la date du 6 décembre 2010 des travaux relatifs à la réglementation et à la normalisation. Elle sera régulièrement actualisée en fonction de l'avancement de ces travaux)

1- Le déploiement à grande échelle du véhicule électrique n'est possible qu'avec une action volontariste en matière de réglementation et de normalisation

Le rôle de la réglementation, des normes et des standards est absolument crucial pour que le déploiement du véhicule électrique soit un succès, tant auprès des usagers qu'en termes de réduction effective des coûts et des impacts environnementaux (GES, pollution aérienne et sonore, fluidité du trafic...). Ils doivent contribuer à :

- créer, et imposer si nécessaire, un langage et des métriques communes : termes et définitions, identification, codification, méthodes de mesure et d'essais, d'autant que les technologies mises en oeuvre sont à la convergence d'industries d'histoires différentes (mécanique, électrotechnique, informatique, télécoms),
- apprécier, encadrer et communiquer la sécurité, l'impact sur l'environnement et les performances,
- assurer l'interopérabilité pour l'accès à l'infrastructure de charge, tant du point de vue physique que de l'optimisation énergétique et de la communication,
- réduire les coûts de l'industrialisation en créant d'emblée un marché de taille internationale et favoriser des solutions initiales d'un coût acceptable par le marché et la société, susceptibles d'évoluer pour épouser les progrès et les innovations,
- sécuriser l'utilisation, gage de confiance et de fidélisation de l'utilisateur,
- soutenir les modèles d'affaire innovants qui vont être mis en oeuvre,

- fournir les outils et les moyens de mesure et/ou de contrôle pour une politique d'incitation et d'encadrement par les pouvoirs publics (soutien aux infrastructures, régime préférentiel pour le véhicule électrique, taxation différenciée de l'électricité consommée, flexibilité du réseau de production, de transport et de distribution de l'électricité, achats publics...),

L'autonomie du véhicule thermique, devenue plus importante avec les progrès techniques, a permis de compenser une densité limitée des points de stockage et de distribution de carburants, dont le nombre se réduit d'ailleurs par le jeu combiné des contraintes environnementales, économiques et de sécurité. A l'inverse, l'électricité est distribuée partout. C'est donc par un nombre élevé de points de charge inter opérables et par leur facilité et une sécurité d'emploi que le véhicule électrique compensera une autonomie intrinsèque encore réduite. La recharge d'un véhicule thermique est un événement rare et coûteux. Celle du véhicule électrique doit être un acte récurrent, banal et bon marché. D'où l'importance des interfaces de communication pour assurer le déploiement de ce dernier, qu'il s'agisse d'identification, d'accessibilité, d'interopérabilité, de facturation ou de sécurité. Ces interfaces se situent entre le réseau électrique et la borne de recharge (aspect « smart grid » notamment), entre celle-ci et le véhicule (et sa batterie) et entre le réseau d'installations de charge et le véhicule (« roaming »). Les choix techniques en matière d'infrastructure et de normes doivent permettre cette communication et cette interopérabilité, en prenant en compte les divers modèles d'affaires devant co-habiter dans la zone de déploiement.

La présente note a donc pour objet de dresser un état des lieux et les perspectives à moyen terme pour l'ensemble des aspects réglementaires et normatifs du véhicule électrique, les deux volets étant étroitement liés.

Après un rappel du champ ainsi couvert, on passera en revue les réglementations applicables, les principaux développements en cours en matière de normalisation et de standards privés, tant au plan national qu'europpéen et international.

2- L'imbrication entre la réglementation, la normalisation et les standards

Le véhicule électrique ne peut être déployé sans l'existence et l'application de réglementations assurant la maîtrise de sa sécurité et de son impact environnemental, ni de normes consensuelles permettant la mise en œuvre des dispositions réglementaires, ainsi que l'interopérabilité et la qualité de service à tous les niveaux (charge, localisation, facturation, maintenance, réparation).

De plus, compte tenu du caractère évolutif et innovant du véhicule électrique lui-même et de ses modalités de déploiement, des standards sont développés et proposés par des constructeurs individuels ou groupés entre eux et/ou avec d'autres acteurs du secteur sous forme de consortia (ex. : EVPlug Alliance, Quick drop™, ChaDeMo™, EV Ready™, protocoles de communication tels « Homeplug alliance »), en général pour promouvoir et, le cas échéant, protéger des technologies et des modèles d'affaires particuliers. Ces standards peuvent d'ailleurs ouvrir la voie à la normalisation proprement dite et servir eux-mêmes de base à des certifications.

Les réglementations applicables concernent aussi bien les installations de charge que leurs connections avec les véhicules ou les véhicules eux-mêmes, leurs constituants ou leur rapport à l'environnement, notamment en matière de communication ou de performance énergétiques ou environnementales. Le cadre réglementaire est déjà largement en place, mais les modalités d'application doivent dans certains cas encore être précisées, ou harmonisées au plan européen ou international, ce qui est aussi l'objet des normes spécifiques auxquelles elles peuvent se référer.

2-1- *L'articulation entre réglementation et normes*

Les textes réglementaires fixent des exigences essentiellement relatives aux aspects de sécurité ou d'impact environnemental. Toutefois, conformément à la pratique développée en France et au plan européen depuis deux décennies pour l'harmonisation des exigences réglementaires, les réglementations applicables aux véhicules en général, et aux véhicules électriques en particulier, font une large référence à des normes élaborées sur la base du consensus au niveau national (AFNOR et bureaux de normalisation sectoriels tels que le BNA (Bureau de Normalisation de l'Automobile) et l'UTE (Union Technique de l'Electricité) principalement concernés pour le véhicule électrique), européen (CEN, CENELEC, ETSI) et international (ISO, CEI, UIT).

Les réglementations sont harmonisées au plan européen lorsqu'elles ont un impact sur la libre circulation des produits au sein de l'Espace Economique Européen ou relèvent de politiques communes (par exemple : énergie, environnement). Dans ce cas, elles s'appuient sur des normes européennes harmonisées, dont la référence est publiée au Journal Officiel Européen. Chaque fois que cela est possible, les normes visées sont la reprise de normes internationales, tant en raison de la vocation exportatrice de l'Europe que de ses obligations au titre de l'Organisation Mondiale du Commerce en matière d'obstacles techniques au commerce. La conformité à de telles normes, selon des modalités précisées dans chaque directive, vaut présomption de conformité aux exigences édictées. Le déploiement du véhicule électrique fait l'objet d'une stratégie européenne, réaffirmée notamment à l'occasion du Conseil européen de compétitivité en mai 2010, qui inclue la normalisation comme un volet important de politique commune. Un mandat de normalisation a été confié aux instituts européens de normalisation (CEN, CENELEC, ETSI). Un volet de recherche « prénormative » est prévu dans le programme « Green car » du 7^{ème} programme cadre de R&D européen.

On fait ci-dessous le point des réglementations en vigueur dont le déploiement du véhicule électrique doit tenir compte. Les directives européennes visées sont toutes transposées en droit français, éventuellement assorties de délais d'entrée en vigueur.

2-2- *Les réglementations applicables au véhicule électrique*

Les véhicules électriques au sens large doivent bien entendu satisfaire aux dispositions générales applicables aux véhicules routiers. Toutefois, ces dispositions

doivent être adaptées en tant que de besoin à leur propulsion et alimentation électrique, ce qui concerne en particulier :

- l'installation de charge,
- le comptage de l'électricité fournie,
- le véhicule électrique (au sens large) dans son ensemble et ses équipements et composants électriques, en particulier pour ce qui est de la sécurité active et passive pour tenir compte de la présence d'une batterie volumineuse et pesante et de la présence de produits chimiques spécifiques,
- la fin de vie du véhicule et l'élimination des déchets électriques et électroniques.

2-2-1- Installation de charge

La recharge des véhicules doit s'effectuer essentiellement lors du stationnement de longue durée (nocturne au domicile, en parking collectif ou sur la voirie, ou en creux de journée sur le lieu de travail) et à un niveau de puissance de charge usuel dans le contexte domestique (3 kVA, soit 5 à 8 heures pour une recharge complète en charge dite « normale »). Parce qu'elle utilise pour l'essentiel une infrastructure existante sans la bouleverser, ce mode de charge dite « normale » est, de loin, le moins coûteux et donc le plus souhaitable. Sur la base de simulations, et des premières expérimentations, on table sur 90 à 95% de recharges de ce type. Pour sécuriser l'utilisation du véhicule et pour donner plus de flexibilité dans la gestion de la demande en électricité, il est toutefois nécessaire de donner en sus la possibilité de recharges d'appoint en dehors du stationnement principal, « accélérée » (22 kVA soit une recharge complète en 1 heure maxi), voire « rapide » (43 kVA maxi 30'). Cette possibilité doit être limitée pour des raisons de coût et pour avoir un impact positif sur les émissions de GES en privilégiant la charge en heures creuses et sans déstabiliser le réseau par des appels de puissance massifs et imprévisibles. Il en résulte une diversité de bornes de charge possibles, d'autant que les constructeurs automobiles, en fonction des marchés qu'ils visent, proposent des modèles différenciés combinant divers paramètres quant à la nature et aux modalités de charge : puissance, courant mono- ou tri-phasé, courant alternatif ou continu et donc chargeur/redresseur embarqué ou non, câble de connexion nomade ou non.

L'installation de charge dans son ensemble, qu'elle soit chez le particulier ou accessible au public dans le domaine privé ou sur la voie publique, relève tout d'abord de la réglementation générale pour la réalisation, la rénovation ou l'extension des installations électriques basse tension (i.e. inférieure à 1000 volts) dans les bâtiments d'habitation. Elle rend obligatoire les normes NF C 14-100 (installations de branchement à basse tension) et NF C 15-100 (installations électriques basse tension) (arrêté du 22 octobre 1969 régulièrement mis à jour). Un décret du 22 mars 2010 régit l'attestation de conformité (CONSUEL) et l'habilitation électrique des intervenants. Un décret du 14 novembre 1988 (modifié en 1995) précise l'articulation

avec le code du travail pour les installations qui en relèvent, ce qui est le cas des installations de charge du domaine accessible au public.

Il convient de souligner que ce premier ensemble de textes réglementaires est le seul qui soit purement national, même si des normes européennes et internationales sont visées pour son application, en particulier la norme internationale CEI 60364 est visée pour l'application de la NF C 15-100, mais laisse la possibilité d'options et d'interprétations pour tenir compte des situations historiques nationales, ou encore la NF EN 61140 qui est une norme fondamentale pour la protection contre les chocs électriques. Ceci entraîne quelques différences entre pays, en particulier pour les prises, la connectique associée et les régimes de charge (obturateurs ou non, courant triphasé ou monophasé, courant alternatif ou continu). Elle peut nécessiter des fiches d'interprétation, dont l'établissement est coordonné par une commission au niveau national (U15) gérée par l'UTE.

Une interprétation au regard de la réglementation sur les installations classées ou de celle sur les lieux recevant du public est en effet nécessaire pour les installations dans des lieux pouvant présenter des risques particuliers, tels que : installation en sous-sol, installation dans une station service (donc à proximité de dépôts de carburants, installation d'échange de batterie avec stockage et recharge en grand volume à proximité).

L'installation de charge dans son ensemble relève ensuite d'une réglementation spécifique en matière de compatibilité électromagnétique. Elle est en effet susceptible d'émettre de tels rayonnements au moment de la charge, en particulier lors de la charge accélérée ou rapide. Il s'agit de la directive européenne 2004/108/CE du 15 décembre 2004, dite « directive C.E.M. », qui instaure un marquage CE et s'appuie sur des normes européennes harmonisées.

De plus, les composants et sous-ensembles de l'installation de charge peuvent relever, individuellement, de la directive européenne 2006/95/CE du 12 décembre 2006, dite « basse tension » soit : [50, 1000] V en courant alternatif et [75, 1500] V pour le courant continu. Celle-ci s'appuie également sur des normes européennes harmonisées et couvre les modalités d'évaluation de la conformité (marquage CE).

Les modalités d'application de ces réglementations dépendent des niveaux et des caractéristiques de courant et de tension délivrés par l'installation de charge et laissent des latitudes et des marges d'interprétations en ce qui concerne les prises et connexions (voire § 3-2 ci-dessous). La norme NF EN 61851 définit les exigences pour les stations de charge, les socles et les prises de courant, ainsi que les modes de charge reconnus et recommandés pour le véhicule électrique (cf. §3-2), mais des options restent possibles pour lesquelles le consensus en France est de :

- prescrire une prise dédiée de recharge tant au domicile que dans les lieux publics, avec un niveau de sécurité adéquat (mode de charge 3 : voir § 3-2 ci-dessous et socles de prise avec obturateur)

- tolérer dans une phase transitoire pour une puissance et un courant limités en fonction des usages l'utilisation d'une prise classique (3 broches dont une pour la terre) en mode de charge 1 ou 2 pour la seule charge normale, avec un dispositif de coupure différentiel adapté (DDR). Ceci suppose toutefois une vérification de conformité de l'installation pour garantir la sécurité de l'utilisateur.

L'harmonisation européenne est rendue complexe en raison des différences structurelles entre les réseaux : les pays germanophones délivrent un courant (alternatif) triphasé aux particuliers (réseau TN « terre-neutre »), alors que c'est exceptionnel en France (réseau TT « terre-terre »). Il se trouve de plus que dans les pays à réseau TN, la proportion de logements individuels avec place de stationnement privative est bien plus grande que dans les pays à réseau TT (50-70% contre 20%). Les charges accélérées et rapides sont plus efficaces avec une alimentation en courant triphasé, mais nécessitent, comme pour le courant monophasé, un chargeur embarqué sur le véhicule. Une autre option (par exemple : CHAdeMO) privilégie la charge rapide avec du courant continu et un chargeur lié à l'installation de charge.

Enfin, les pouvoirs publics ont mis en chantier un projet de « décret relatif aux installations dédiées à la recharge électrique d'un véhicule électrique ou hybride rechargeable dans les bâtiments et aux infrastructures pour le stationnement sécurisé des vélos ». Ce décret vise essentiellement à faciliter l'insertion d'installations de charge dans des bâtiments neufs ou existants.

2-2-2- Comptage de l'électricité fournie

Le comptage doit être considéré à deux niveaux :

- entre le gestionnaire du réseau public de distribution et l'exploitant de l'installation de charge, qui délivre l'électricité à l'utilisateur,
- entre l'exploitant de l'installation de charge et l'utilisateur du véhicule électrique.

Pour le premier niveau, on est dans la situation d'un accès au marché des fournisseurs d'électricité par le réseau public réglementé par la loi. Le comptage se fait à l'aide de compteurs couverts par la directive européenne 2004/22/CE sur les instruments de mesure qui en régit les conditions d'homologation et s'appuie sur des normes européennes harmonisées (il convient de noter toutefois que cette directive ne couvre pas le comptage de la fourniture de courant continu). Le gestionnaire du réseau public de distribution installe les compteurs et traite les données.

Le deuxième niveau de comptage est un mesurage associé au point de charge pour les besoins de la gestion de l'installation, notamment pour répercuter les coûts aux usagers en tenant compte de leur utilisation du point de charge.

Trois types de solutions sont envisageables :

- réaliser le comptage à bord du véhicule,
- réaliser un comptage fixe en amont du véhicule grâce à un branchement spécifique pour chaque prise de charge de véhicule. Cette solution implique d'avoir à domicile deux points de livraison dont un dédié au VE (et au VHR) et donc deux compteurs,
- si l'on ne souhaite pas créer un point de liaison et de livraison spécifique pour le VE et au véhicule hybride rechargeable VHR, qui serait un frein important à son développement, on peut envisager un dispositif de comptage en aval des compteurs de distribution apte à discriminer la livraison au véhicule des autres usages, en faisant appel aux technologies domotiques.

Mais on peut aussi considérer qu'en dehors du domicile, on se trouvera dans le contexte d'une prestation de service entre le gestionnaire de l'infrastructure de charge et l'utilisateur, dont la fourniture d'électricité ne sera qu'un élément accessoire, le principal étant la mise à disposition de l'infrastructure, incluant le parking. Le prix de cette prestation plus globale pourra alors être calculé selon divers paramètres de la constitution des coûts (amortissement de l'installation, durée et période de charge et/ou d'occupation de la place de stationnement, puissance de charge) et selon diverses modalités (abonnement, inclusion dans le prix du parking, démarche commerciale). La fourniture d'électricité étant ainsi incluse dans le prix d'une prestation plus globale et donc non facturée en tant que telle, elle pourrait toutefois faire l'objet d'une information à l'utilisateur et devrait alors faire l'objet d'un mesurage simplifié.

Par ailleurs, deux autres directives européennes en cours de mise en application concernent la question du comptage :

- la directive 2006/32/CE du 5 avril 2006 sur l'efficacité énergétique, qui ouvre la voie aux compteurs intelligents (« smart meters »), dont l'application dans les logements neufs doit démarrer en France dès 2012,
- la directive 2009/72/CE du 13 juillet 2009, plus précise sur la mise en place de compteurs intelligents et traitant également des réseaux de distribution intelligents (« smart grids »). Elle fixe les exigences fonctionnelles quant à la fiabilité du comptage, la propriété et la protection des données.

2-2-3- Véhicule dans son ensemble et ses composants

Le véhicule électrique relève tout d'abord du dispositif réglementaire en vigueur pour l'ensemble des véhicules routiers : système d'homologation par type accompagné des mesures relatives à la conformité de la production et complété par le contrôle technique périodique des véhicules.

En Europe la directive 2007/46CE encadre l'homologation par « type » des véhicules routiers en s'appuyant sur une soixantaine de directives spécifiques mais admet

également en équivalence les règlements de la Commission Economique pour l'Europe de l'Organisation des Nations Unies (CCE-ONU).

Le véhicule électrique est donc soumis aux mêmes contraintes réglementaires que les véhicules classiques à moteur thermique. Certains règlements prévoient toutefois des dispositions particulières pour prendre en compte sa spécificité. C'est le cas pour :

- le freinage,
- la puissance,
- la consommation d'énergie,
- le choc frontal,
- le choc latéral,
- la sécurité fonctionnelle,
- la protection contre les chocs électriques

En particulier, le règlement spécifique pour les véhicules électriques (CEE-ONU R100), adopté en mars 2010, en cours de transposition au plan européen, est appliqué par anticipation par la France, en particulier pour les divers modèles que les constructeurs nationaux s'approprient à mettre sur le marché dans les prochains mois. Il couvre essentiellement les exigences et les modalités correspondantes d'évaluation de la conformité en matière de sécurité pour les passagers et pour certains aspects d'impact environnemental. La mesure de la consommation d'énergie du véhicule fait l'objet du règlement R101 de la CEE-ONU, révisé en 2009 pour l'adapter à la mesure de la consommation du véhicule électrique. Les mesures, identiques pour tous les véhicules thermiques et électriques sont effectuées selon des cycles simulant le roulage urbain et extra urbain. Les normes ISO 8714 et 8715, utilisées pour l'application de la R100 et de la R101, traitent des principales caractéristiques des véhicules électriques et de la mesure de leurs performances, notamment énergétiques.

2-2-4- Habilitation électrique pour les interventions sur le véhicule électrique

Pour les interventions de réparation et de maintenance sur les véhicules électriques, une habilitation électrique des personnels est nécessaire, en application du décret n°2010-1118 du 22 septembre 2010 « relatif aux opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage ». L'employeur doit remettre aux travailleurs concernés un carnet de prescriptions correspondant au travail à effectuer et basé sur la publication UTE C18-550. Cette publication est un recueil d'instructions de sécurité d'ordre électrique pour les opérations sur véhicules ou engins automobiles à motorisation électrique et énergie électrique embarquée en basse tension.

2-2-5- Fin de vie du véhicule et élimination des déchets électriques et électroniques

S'agissant tout d'abord du recyclage, le véhicule électrique, comme tout véhicule, est soumis à la directive 2000/53/CE du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage qui prévoit qu'à horizon 2015, 95% de ces véhicules devront pouvoir faire l'objet d'une récupération.

De plus, la batterie, relève de la directive 2006/66/CE du 6 septembre 2006 relative aux piles et accumulateurs et à leurs déchets.

3- Normes et standards

On a vu plus haut que les réglementations fixent des exigences essentielles, mais qu'elles s'appuient souvent pour les détails techniques sur des normes établies par les instituts de normalisation.

3-1- Contexte et cartographie des normes publiées et en cours d'élaboration ou d'adaptation pour le véhicule électrique

Les normes portent sur divers aspects qui permettent l'échange d'information et de données, l'évaluation de la performance et de la sécurité et l'interopérabilité. Elles couvrent donc :

- les termes et définitions,
- les codes et nomenclatures,
- les protocoles de codification, d'acquisition, de traitement et d'échange de données,
- les prescriptions techniques (dimensions, sécurités, voire couleurs) pour permettre une interopérabilité mécanique et une connectivité entre divers composants et équipements,
- les méthodes de mesure et d'essais, et, le cas échéant, les critères de classement et d'acceptabilité en termes de performance, de sécurité ou d'impact sur l'environnement, assortis des modalités d'évaluation de la conformité,
- les méthodes d'organisation et de management

On donne en **annexe** la cartographie des normes à base consensuelle déjà publiées ou en cours d'élaboration. Cette cartographie a été établie sous l'égide de l'AFNOR et validée par un groupe de travail comportant notamment les deux principaux bureaux de normalisation concernés (BNA et UTE).

Sans entrer dans le détail du processus d'élaboration des normes, il convient de rappeler que, par principe, il s'appuie sur l'élaboration, en général par itération, d'un consensus entre les acteurs concernés (« stakeholders »), validé à travers des votes nationaux. Il existe une hiérarchie normative entre le niveau national (AFNOR et bureaux de normalisation sectoriels en France), le niveau régional (Européen dans le cas de la France dans le cadre du CEN, du CENELEC et de l'ETSI) et international (ISO/CEI/UIT). La représentation dans les travaux s'effectue par le biais de

délégations nationales tant au plan européen qu'international. Des organisations gouvernementales ou professionnelles, régionales (par exemple la Commission Européenne ou la CEE-ONU) ou internationales (par exemple OICA ou OMS) participent également aux travaux.

Pour le véhicule électrique, des travaux de normalisation ont été entrepris depuis de nombreuses années au plan international, dans le cadre d'une collaboration et d'une répartition du pilotage et des travaux entre les constructeurs automobiles (leaders à l'ISO) et l'industrie électrotechnique (leaders à la CEI). Le protocole d'accord régissant cette répartition entre l'ISO et la CEI a été récemment mis à jour (révision en cours d'adoption). De plus, l'ISO et la CEI collaborent avec l'UIT sur les aspects communication.

Trois domaines stratégiques de normalisation méritent un développement particulier :

- les prises, connecteurs et chargeurs
- les batteries,
- les protocoles et modalités de communication

3-2-Les prises, connecteurs, câbles et chargeurs

Comme indiqué au § 2-2-1- ci-dessus, il y a une diversité de modalités d'alimentation électrique et donc de charge qui rejait sur la définition des prises et des connecteurs (câbles) envisageables, lesquels sont également influencés par les usages nationaux en vigueur. Les paliers de charge ne font pas encore l'objet d'une normalisation, mais trois paliers sont communément envisagés en France:

- la charge normale à 3kVA, de préférence en mode 3 (cf. ci-dessous), qui doit être privilégiée pour la charge sur le point de stationnement principal, en périodes creuses, mais qui nécessite entre 6 et 8 heures pour un « plein » de la batterie,
- la charge accélérée, à 22 kVA, qui doit permettre, sur la voie publique (voire, sur des lieux privés pour des flottes spécifiques), d'obtenir un appoint de charge, avec un « plein » en 1 heure environ, correspondant à la consommation d'une maison individuelle,
- la charge rapide à 43 kVA (voire jusqu'à 63 kVA en triphasé), également pour un appoint ou pour la gestion de flottes et qui permet un « plein » en 30', mais au prix d'une surveillance de l'installation et d'un appel d'électricité sur le réseau correspondant à la puissance d'un petit immeuble, avec un câble de connexion solidaire de la borne de charge et deux options possibles : courant alternatif, donc pour chargeur embarqué, ou continu avec chargeur solidaire de l'installation de charge.

Des charges ultrarapides sont envisagées (100kVA et au-delà), mais relèvent encore de la recherche, et supposeraient résolu leur impact sur la gestion du réseau électrique et la durabilité des batteries.

La norme NF EN 61851-1 définit en revanche quatre modes de charge pour les véhicules électriques, qui exigent tous un dispositif de coupure différentiel adapté (DDR) et un dispositif de protection contre les surintensités du côté de l'alimentation :

- mode de charge 1 : raccordement du VE au réseau d'alimentation à courant alternatif en utilisant une prise normalisée jusqu'à 16 A, côté alimentation, en monophasé ou triphasé, et en utilisant les conducteurs d'alimentation et de mise à la terre de protection. Ce mode de charge 1 est celui utilisé pour les précédentes générations de VE. Il est par conséquent celui des bornes de recharge aujourd'hui disponibles en France,
- mode de charge 2 : raccordement du VE au réseau d'alimentation à courant alternatif en utilisant une prise normalisée, en monophasé ou triphasé, et en utilisant les conducteurs d'alimentation et de mise à la terre de protection avec une fonction pilote de commande entre le VE et le boîtier de contrôle intégré au câble, qui permet de vérifier l'intégrité du câble,
- mode de charge 3 : raccordement direct du VE au réseau d'alimentation à courant alternatif en utilisant un système d'alimentation dédié, spécifique pour le VE (Système d'Alimentation du Véhicule Electrique : SAVE), où la fonction pilote de commande s'étend aux appareils connectés en permanence au réseau d'alimentation, Il comporte un quatrième fil entre borne et véhicule pour garantir la continuité terre entre le véhicule et la borne. Il nécessite une prise spécifique, par exemple un connecteur correspondant à la norme CEI 62 196-2 type 3,
- mode de charge 4 : raccordement indirect du VE au réseau d'alimentation à courant alternatif en utilisant un chargeur externe où la fonction pilote de commande s'étend aux appareils connectés en permanence à l'alimentation en courant alternatif.

La continuité de la mise à la terre entre le SAVE et le véhicule doit être vérifiée en permanence pour les modes de charge 2, 3 et 4.

Le mode de charge 1 est adapté pour les petites puissances de charge et donc pour les véhicules qui s'en contentent (deux roues, quadricycles, véhicules hybrides), au niveau de charge limité à moins de 3 KVA avec un courant qui peut éventuellement être inférieur à 16A pour certains usages privatifs. Il permet l'utilisation des prises à 3 broches communément disponibles à domicile, d'ores et déjà employées pour les véhicules électriques de l'ancienne génération. Le mode de charge 2 permet de charger un véhicule en mode 3 avec une infrastructure en mode 1, mais doit être considéré comme un mode transitoire ou de dépannage réservé à des applications domestiques de puissance inférieures à 3 kVA. Le consensus en France est donc de prescrire le mode de charge 3, qui assure une meilleure sécurité, en tous cas pour les véhicules qui acceptent des niveaux de charge plus élevés. Ceci implique une

prise dédiée (« wallbox ») et, en tout état de cause, un contrôle de l'installation électrique pour vérifier en particulier les prises de terre. Le mode de charge 4 correspond à l'alimentation en courant continu via des bornes de charge rapide équipées d'un chargeur.

Si la norme spécifique aux prises pour véhicules électriques (NF EN 62 196-1) en donne les caractéristiques générales et la typologie, elle ne statue pas sur les caractéristiques dimensionnelles, ni sur le mode de communication entre le véhicule et l'installation de charge pour assurer le contrôle et la sécurité de la charge ou la correspondance entre niveau de charge et type de prise. L'un des objectifs du « Focus group » mis en place pour l'exécution du mandat européen de normalisation (voir § 3-5 ci-dessous) est donc d'arriver à un consensus pour converger vers une norme européenne unique tant pour la prise côté installation que pour la prise à brancher sur le véhicule.

Le branchement sur le véhicule lui-même se fait par l'intermédiaire d'un câble soit nomade, soit relié au véhicule, soit à l'installation de charge. La charge normale à 3 kVA est assurée par un câble nomade, fourni par le constructeur et rendant l'accès aux bornes indépendant de la nature du connecteur côté véhicule. Les constructeurs automobiles prévoient de commercialiser un ou plusieurs câbles par véhicule.

Pour les puissances supérieures, il est essentiel de converger vers un connecteur unique au moins au niveau européen. Pour la charge accélérée à 22 kVA, on pourra en effet avoir soit un connecteur sans câble attaché, soit, dans certains pays, un connecteur avec câble attaché, qui devront tous deux permettre un branchement sécurisé pour la charge du véhicule. Pour la charge rapide à 43 kVA, il ne peut s'agir que d'un câble attaché, compte tenu de l'impact de la puissance à fournir sur le dimensionnement et donc le poids et l'encombrement du raccordement entre la borne et le véhicule.

D'une façon générale, il faut s'attendre à des évolutions notables concernant les systèmes de recharge, ce qui incite donc à un déploiement progressif des installations de charge accélérée et rapide, susceptible d'adaptations ultérieures.

3-3 Les batteries

La grande majorité des constructeurs ont choisi la technologie Lithium-ion pour les batteries d'alimentation des véhicules électriques, mais avec plusieurs variantes. Elle offre en effet une plus grande énergie spécifique (énergie/masse) et une meilleure densité d'énergie (énergie/volume) par rapport aux batteries utilisées dans les véhicules électriques de la génération précédente. De plus, les batteries au Lithium sont réputées ne pas souffrir des effets de mémoire liés à l'accumulation des cycles de charge et elles n'émettent pas d'hydrogène. Plusieurs technologies la mettent en œuvre et les recherches se poursuivent pour en améliorer la performance, en réduire les coûts de fabrication et en apprécier la sécurité et la durabilité.

Actuellement, la réglementation ne traite qu'indirectement des batteries, à travers des dispositions en matière de sécurité et de performance énergétique globales du véhicule, à l'exception d'une directive européenne spécifique qui couvre le recyclage

(voir § 2-2-4 supra). Un Groupe ad hoc sur la Sécurité Passive a été mis en place au sein de la CEE-ONU pour préciser les essais et les exigences pour aller au-delà des dispositions actuelles qui prescrivent que, lors des essais de choc (crash tests), la batterie ne doit pas engendrer plus de risques que pour le véhicule thermique. Par ailleurs, en France, l'UTAC et l'INERIS pilotent un groupe de travail sur l'ensemble des risques de la filière véhicules électriques et l'INERIS établit actuellement un programme d'essais et un cahier des charges pour une certification de la sécurité qui aille au-delà des exigences réglementaires en vigueur (certification « ELLICERT™ », qui est une certification de type, donc sans suivi des fabrications). Le règlement CEE-ONU R100 couvre en effet la sécurité électrique des biens et des personnes contre les chocs électriques en utilisation. Les règlements CEE-ONU 12, 94 et 95 reprennent les prescriptions électriques du règlement 100 afin d'assurer la sécurité des occupants et des tiers dans le cas d'accident de circulation et prescrit donc des tests électriques à la suite d'un « crash test ». La certification « ELLICERT™ » prévoit de prendre en compte d'autres types de dysfonctionnements ou d'agressions électriques, mécaniques ou thermiques que peut subir le véhicule (incendie, apparition d'un défaut électrique dans le pack, immersion du véhicule) et définit les tests abusifs correspondants, dont certains issus de la réglementation sur le transport des matières dangereuses.

La normalisation va devoir intégrer ces travaux, mais elle traite déjà :

- des caractéristiques des éléments d'accumulateurs Lithium-Ion pour la propulsion des véhicules routiers électriques (NF EN 62660-1) notamment pour les essais de performance
- des essais de fiabilité et de mauvais traitement pour les éléments d'accumulateur Li-ion (projet CEI 62660-2)
- des essais de batteries au Li utilisées pour la charge rapide (ISO 12405),
- des exigences en matière d'isolement électrique, d'émissions d'H2 et autres produits et de la protection des occupants en cas de choc et contre les dangers électriques en général (ISO 6469)

La série NF EN 61982 ne concerne pas les accumulateurs lithium. Elle traite des paramètres d'essai, des essais de performance de décharge, d'endurance dynamique et de durée de vie pour tous types d'accumulateurs (excepté lithium) pour la propulsion de véhicules électriques,

3-4- Protocoles et modalités de communication

Le véhicule électrique peut bénéficier de l'ensemble des technologies de communication, de repérage et d'identification par voie hertzienne déjà en usage pour les véhicules thermiques : téléphone portable (y compris en utilisant la technique NFC : « Near Field Communication »), radio (RFID : cf. télé péage) ou géo localisation (cf. GPS), ou encore Wi-Fi. Les normes et standards déjà en vigueur pour ces technologies s'appliquent ipso facto au véhicule électrique. La conformité

des équipements installés d'origine est garantie par le constructeur. Les équipements ajoutés après l'achat doivent porter le marquage CE.

Les différents niveaux de communication à assurer pour l'exploitation du véhicule électrique sont les suivants :

- communication entre l'installation de charge et le réseau pour le comptage de l'électricité délivrée et, le cas échéant, l'optimisation de la fourniture (déclenchement, régulation) : cette communication relève du cas général et des solutions développées pour promouvoir les « smart grids » par la mise en place des « compteurs intelligents » et des solutions de maîtrise active de la demande d'électricité. Dans une phase ultérieure, elle pourra servir de support pour la mobilisation de la capacité de stockage, voire pour la restitution d'énergie emmagasinée par la batterie pour soutenir la flexibilité du réseau, fonction qui sera importante lorsque le parc de véhicules électriques sera significatif (au-delà de 2020),
- communication entre l'installation de charge et le véhicule, pour anticiper, optimiser et sécuriser la recharge et, le cas échéant, permettre d'effectuer la transaction commerciale,
- communication entre le véhicule et le réseau d'installations de charge pour permettre à l'utilisateur de localiser, de choisir et, éventuellement, de réserver sa recharge.

Le seul aspect spécifique au véhicule électrique est la communication entre l'installation de charge et le véhicule, et ce pour deux fonctions :

- la gestion de la charge (en mode 3), par le biais du fil pilote dédié qui permet à la borne d'indiquer le niveau de courant pouvant être fourni et assure également la continuité du fil de terre : ce mode de communication est régi par la norme CEI 61851-1.
- la communication entre le véhicule et la borne de charge pouvant utiliser un signal tel que CPL (courant porteur en ligne) qui permet cette relation bilatérale. Cette voie permet un contrôle complet de la charge et, de plus, la gestion de la facturation. Elle pourrait même permettre la fourniture de données de tous ordres et de services additionnels tels que produits audio et vidéo (haut débit). Un projet de norme ISO 15118 a été mis en chantier dans le cadre d'un groupe de travail commun ISO/CEI ; sa publication est espérée pour 2012.

Pour les autres fonctions de communication, des solutions devraient pouvoir être dérivées de modèles et techniques existants pour d'autres applications, y compris pour les aspects « roaming » (c'est à dire repérage et sélection des points de charge pour l'utilisateur et passage d'un fournisseur d'électricité à un autre) et facturation. Il faudra tenir compte toutefois des petits montants des livraisons unitaires d'électricité, qui devraient inciter à privilégier l'identification par téléphone portable, NFC ou RFID

associée à un abonnement, plutôt que les règlements unitaires par carte bancaire, trop coûteux à mettre en oeuvre. Il est à noter à cet égard que les travaux et normes du comité ISO TC204 et du comité homologue de l'ETSI sur les systèmes de transports intelligents devraient être utilisés préférentiellement. Comme la borne de charge constitue le point de passage principal pour la fourniture d'électricité dans le domaine public, il conviendra de prévoir leur adaptation en fonction des options prises par la normalisation.

3-5- Mandats européens de normalisation

L'harmonisation des réglementations au niveau européen étant basée sur le principe de la « nouvelle approche », un mandat spécifique a été confié aux organismes européens de normalisation (CEN, CENELEC, ETSI) afin d'élaborer des normes européennes harmonisées qui pourront notamment être utilisées comme présomption de conformité aux directives correspondantes. Il s'agit du : mandat M468 concernant un système de charge commun pour les véhicules électriques, assurant la sécurité, l'interopérabilité et le rechargement intelligent . Il a été notifié en mai 2010 et son exécution, sous l'égide d'un « focus group electromobility » (présidé par la France) ne fait que commencer. Les premières conclusions sont attendues pour mars 2011, en particulier sur la terminologie, les connecteurs, les batteries, les modes de communication et les modes de charge.

Deux autres mandats de normalisation européenne intéressent également le déploiement du véhicule électrique :

- le mandat M441 concernant les compteurs intelligents, notifié en mars 2009 ;
- le mandat M453 sur les systèmes coopératifs pour les transports intelligents.

De plus, un projet de mandat est en cours d'élaboration pour les réseaux intelligents (« smart grids »).

3-6- Les standards

Comme indiqué au début de ce chapitre, on distingue les normes, basées sur un large consensus, des standards développés au niveau d'entreprises ou de groupements d'entreprises, qui peuvent, ou non, incorporer des technologies propriétaires. On en a déjà cité plusieurs : « EV Plug Alliance », « Mennekes », « Yazaki » et « CHAdeMo » pour les prises, ou la certification « ELLICERT™ » pour les batteries.

Trois initiatives correspondant à des approches alternatives, plus systémiques, du déploiement du véhicule électrique, et conditionnées par la mise en œuvre de standards associés, méritent également d'être signalées :

- « Better Place™ », basée sur une recharge par échange de batteries dans des stations spécialisées et un système de gestion spécifique de la mobilité.

Le développement de ce modèle, encore voué à des périmètres urbains bien définis ou à la gestion de flottes, suppose des partenariats avec les constructeurs automobiles et ne pourra prospérer à terme que si une standardisation, voire une normalisation, du positionnement, de la fixation, des dimensions et des caractéristiques mécaniques, électriques et géométriques des batteries permettent d'accroître la rentabilité des stations d'échange en multipliant les véhicules pouvant s'y approvisionner,

- le concept « Modulowatt™ », qui pousse à l'extrême le concept de l'« e-mobilité ». Il est axé sur la facilitation, voire la priorisation, du stationnement sur la voie publique pour le véhicule électrique. Les bornes de charge sont spécifiques et conçues avec un système d'amarrage automatisé du véhicule à la borne. Le système est également standardisé côté véhicule. Il permet la charge de plusieurs véhicules à partir de la même borne et le remorquage de grappes de véhicules. La fonction de déplacement automatique du véhicule pour assurer l'amarrage peut également être utilisée pour automatiser le transfert vers des zones de parking collectif et apporter ainsi un avantage supplémentaire par rapport au véhicule thermique en optimisant les temps et espaces de parking collectif. Un pilote de borne d'amarrage a été présenté au Mondial de l'Automobile à Paris à l'automne 2010,
- « EV Ready™ »: cette initiative, lancée par Renault et Schneider Electric en juin 2010, vise à promouvoir un programme de qualification volontaire des systèmes de recharge, en s'appuyant sur les réglementations et les normes existantes évoquées ci-dessus, notamment pour pallier le fait qu'elles laissent des options ouvertes. Cette qualification, en précisant et en validant chaque fois que nécessaire les choix techniques, a pour objectif d'assurer une homogénéité, une interopérabilité et une sécurité des bornes de charge, en particulier au niveau d'un périmètre géographique donné.

4- Coordination française

L'AFNOR a pris l'initiative en septembre 2010 de mettre en place un groupe stratégique pour tous les travaux et réflexions relatifs à la normalisation pour le véhicule dé carboné. Ce groupe rassemble, autour de l'AFNOR et des principaux Bureaux de Normalisation compétents (BNA et UTE), des représentants de tous les acteurs industriels et institutionnels impliqués dans le déploiement du véhicule électrique. Ce groupe n'a pas vocation à s'impliquer dans les travaux de normalisation proprement dits, mais il doit permettre une approche nationale, systémique et concertée pour l'élaboration des normes nécessaires à ce déploiement et assurer une bonne articulation entre réglementation, normes et standards, ainsi qu'avec les processus d'évaluation de la conformité (homologation, certification ou qualification). Il doit également permettre une meilleure coordination pour ce qui est des positions françaises aux niveaux européen et international.

Annexes

- a. **Caractéristiques des véhicules rechargeables devant être commercialisés d'ici 2013**

- b. **Contribution du GIMELEC au Livre Vert**

- c. **Cartographie de l'AFNOR**

- d. **Contribution d'ERDF au Livre Vert**

- e. **Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité**

- f. **Document de synthèse de l'étude CVA sur les modèles économiques de l'infrastructure de charge ouverte au public**

- g. **Plan national véhicules "décarbonés" du 1^{er} octobre 2009**

Préambule

- Ce document a pour objet de présenter l'étude sur laquelle s'est appuyé le volet économique du Livre Vert pour les véhicules décarbonés en France.
- Cette étude, menée entre juin et octobre 2010, a impliqué de nombreux industriels, constructeurs, équipementiers et énergéticiens ainsi que divers représentants de l'administration publique. Elle reflète ainsi l'état de l'art des connaissances acquises aujourd'hui par l'ensemble des acteurs de la filière véhicules rechargeables et traduit leur vision partagée.
- Certains éléments de cette étude seront naturellement amenés à évoluer avec le développement du marché, des technologies ou encore avec les retours d'expérience qui seront rapides sur cette filière aujourd'hui émergente.

Synthèse des principales conclusions de l'étude pour le volet économique du Livre Vert (1/6)

La démarche adoptée dans cette étude a consisté à travailler à l'échelle d'un projet d'agglomération, pour établir un calibrage précis de l'infrastructure de recharge publique, des coûts liés, et des modèles de revenus envisageables, pour ensuite évaluer les enjeux liés à la mise en place de celle-ci à une échelle nationale, et les règles d'intervention de l'Etat dans ce cadre.

Les principaux résultats sont les suivants :

- Sur la base du plan national pour les véhicules décarbonés d'octobre 2009, **la pénétration des véhicules rechargeables dans le parc automobile devrait être de l'ordre de 1,2% en 2015 et 5% en 2020**. Ceci représente pour une agglomération de 500 000 habitants et un parc d'environ 275 000 véhicules, un parc de 3 300 véhicules rechargeables à horizon 2015 et environ 15 000 en 2020, dont il faudra satisfaire les besoins de recharge;
- La détermination des besoins en nombre de points de charge (PDC) s'est établie sur les principes suivants :
 - i. **une distinction entre les besoins de charge principale sur espace ouvert au public, et les besoins de charge secondaire de l'ensemble du parc de véhicules rechargeables**. Les besoins de charge principale en espace public concernent les véhicules dont le lieu de stationnement principal de nuit est sur espace public, et qui dès lors tirent une partie substantielle (~ 90%) de leur recharge sur ces lieux. Pour satisfaire les besoins de charge de ces véhicules, le principe « un PDC, un véhicule » a été adopté. De même que les véhicules se chargeant principalement en garage privé auront leur PDC, il est considéré qu'il faudrait offrir le même ratio de points de charge aux véhicules se chargeant principalement en espace public si l'on veut voir ces usagers se tourner vers les VEx;
 - ii. **Le calibrage des besoins en recharge secondaire (besoins de flexibilité, kilomètres additionnels, dépannage / réassurance), a considéré à la fois des questions de distribution des appels de charge par lieu et niveaux de puissance, pour identifier les pics d'appel d'électricité, et des considérations géographiques de variation de la fréquentation d'un espace dans la journée et de maillage suffisant du territoire.**

Illustration
en page 7

Illustrations
en pages 7,
8 et 10

Synthèse des principales conclusions de l'étude pour le volet économique du Livre Vert (2/6)

- Pour un parc de 3 300 véhicules en 2015, ces principes impliquent le déploiement de ~250 points de charge ouverts au public en 2011 et ~ 650 points de charge ouverts au public en 2014, dont 50% sont destinés à la charge principale en espace public (en charge normale à 3 kVA). **Lorsque l'on considère l'ensemble des points de charge à installer pour satisfaire les besoins, y compris sur les espaces privés, ceci représente un ratio moyen d'environ 1,1 PDC par véhicule (ou 2,1 selon que l'on considère ou non l'installation de PDC pour la charge principale sur les lieux de travail, en plus du lieu de charge principal de nuit).**
- Les coûts d'établissement par PDC comprennent les frais de matériel électrique, de génie civil, d'ingénierie projet et la part du raccordement au réseau public de distribution d'électricité reportée sur le demandeur. Les économies d'échelle observées sont fortes et dépendent du taux de foisonnement des PDCs (nombre de PDCs ou de places de stationnement desservies à partir d'un même point de raccordement au réseau de distribution d'électricité). Les coûts peuvent aller à titre d'exemple de 4 000€ à 9 000€ en moyenne par PDC (tous frais pris en compte) en 2011 pour des prises de 3KVA, selon que l'on desserve 2 PDCs à partir d'une borne, ou 12 PDCs. Les prix sont croissants avec le niveau de puissance.
- A l'échelle d'un parc de 3 300 véhicules, ceci implique un flux de coûts (capex + opex non cumulés) de l'ordre de 1,7M € en 2011 et 4,3M € en 2014 pour l'établissement du projet.
- **Prix d'équilibre (coûts d'infrastructures seuls) : si les frais d'infrastructure de recharge devaient être supportés intégralement par le client final, il faudrait alors leur faire payer - pour chaque « plein » de 25kWh –des prix compris entre 13 € pour une borne à 3 kW en charge normale et 36 € pour une borne de charge rapide à 43 kW - auxquels pourrait s'ajouter le coût de l'électricité estimé à environ 2€ pour ce même plein.**

Illustration
en pages 11
et 12

Illustration
en pages 13
et 14

Illustration
en page 15

Illustration
en page 16

Synthèse des principales conclusions de l'étude pour le volet économique du Livre Vert (3/6)

- Lorsque l'on reporte l'ensemble de ces frais d'infrastructures sur le client final, il apparaît donc, au moins sur les premières années de démarrage du marché, que les frais d'infrastructures viennent en partie grever la compétitivité du véhicule rechargeable par rapport au véhicule thermique, et qu'il est difficile de faire reposer l'intégralité du financement de l'infrastructure publique sur le client final. Ces frais peuvent être très significatifs (environ 9000 € sur 8 ans) pour les usagers qui stationnent de façon principale sur espace public (notamment voirie). **Cet élément doit être considéré par les collectivités territoriales dans le calibrage de l'infrastructure de recharge et la hiérarchisation des segments de clientèle à desservir en premier. A cet égard la recharge partagée / secondaire pourrait apparaître plus prioritaire et économiquement plus efficace pour le décollage du marché que la recharge principale dans le domaine public.**
- En conséquence, le prix pour le client final doit être davantage considéré sur le démarrage du marché comme un **signal tarifaire** reflétant les différences de coûts entre les niveaux de charge, que comme le principal moyen de financement.
- Traduits pour les 13 collectivités territoriales ayant signé la Charte en Avril 2013, ces principes impliquent l'installation de 26 000 points de charge ouverts au public à horizon 2015 et 180 M€ de flux de décaissement à cette date. Elargi aux 25 plus grandes agglomérations de France, cela **représente 44 000 points de charges et 300 M € de décaissements.**

Illustration
en page 17

Illustration
en pages 18
et 19

Synthèse des principales conclusions de l'étude pour le volet économique du Livre Vert (4/6)

- Concernant l'identification des modèles économiques les plus pertinents pour la mise en place d'infrastructures de charge ouvertes au public : il faut tenir compte de la diversité des espaces de stationnement, et notamment de leur mode de gestion, ainsi que de l'impossibilité de faire reposer l'intégralité du financement sur le client final.
- **Trois grands types d'espaces ont été considérés dans l'analyse** : les espaces de stationnement public gérés par un concessionnaire (de type Vinci Park, Effia, Q-Park, etc.) ; les espaces de stationnement en domaine public gérés directement par la collectivité dans le cadre d'une régie ; et les espaces privés ouverts au public (espaces privés ouverts au public en sous-concession - stations-service sur des aires d'autoroute, ou espaces privés ouverts au public, propriété de personnes privées - parkings d'hypermarché, stations-services en ville...). **Plus de onze modèles juridico-économiques ont été identifiés pour ces trois types d'espace de recharge possibles et ont été évalués à la lumière de différents critères (juridiques, économiques, performance logistique, justice économique etc.).**
- Quelques remarques d'ordre général : s'agissant d'un service public local facultatif (Loi Grenelle II, Art 19 bis), l'intervention d'une collectivité en matière de recharge publique est conditionnée par l'existence d'une carence de l'initiative privée pour la mise en place de ce service. Sitôt établie cette carence, la collectivité peut se substituer à l'initiative privée, soit en régie, soit en faisant appel à des modes de contractualisation. Le modèle de l'initiative privée a - a priori - été considéré comme insuffisant au démarrage du marché, les conditions économiques n'apparaissant pas suffisantes pour attirer l'investissement privé. (cf. supra)

Illustration
en pages 20
et 21

Synthèse des principales conclusions de l'étude pour le volet économique du Livre Vert (5/6)

- **Trois modèles économiques et de modes d'intervention des collectivités ont été retenus comme particulièrement pertinents** pour le déploiement et le financement d'infrastructures de recharge publiques au démarrage du marché
- **Le modèle d'avenant au contrat de DSP**, dans le cas d'espaces de stationnement publics gérés par un concessionnaire (en ouvrage ou voirie) : ce modèle consisterait à négocier un avenant au contrat de DSP avec le concessionnaire, pour que celui-ci intègre l'installation et l'exploitation de points de charge publics dans le périmètre de son service. Les surcoûts liés peuvent donner lieu à compensation, négociée avec le concessionnaire, le levier ici envisagé étant d'allonger la durée du contrat du montant nécessaire pour recouvrir les frais d'établissement et d'exploitation du service. La validité de ce modèle est toutefois conditionnée par le fait de ne pas introduire de trop fortes distorsions de concurrence du fait de l'octroi de compensations, et par la capacité à faire reposer une part du financement du service sur des personnes qui n'en sont pas les usagers (les véhicules thermiques), dans le cadre d'une DSP.
- **Le modèle du PPP**, dans le cas d'espaces de stationnement publics en régie directe (voirie ou parkings en ouvrage), et des espaces privés ouverts (si carence de l'initiative privée). Le modèle le plus pertinent consiste pour la collectivité à lancer un appel d'offres sous la forme d'un PPP, pour l'équipement d'un ou plusieurs lots d'infrastructures publiques sur son territoire et dans le temps. Le signal tarifaire appliqué au client final doit faire l'objet d'une récupération intégrale reversée à la collectivité au titre de retour sur investissement, hors accords spécifiques de « bonus / malus », rémunérant la performance de l'opérateur.

Illustration
en pages 22
et 23

Synthèse des principales conclusions de l'étude pour le volet économique du Livre Vert (6/6)

- **Le modèle de l'intervention via la création d'une personne morale ad hoc – la Société Publique Locale (SPL).**
Ce modèle consiste pour plusieurs collectivités à se regrouper dans une Société qui devient porteuse du financement, du développement, et de la propriété du réseau d'infrastructures de recharge public. Celle-ci peut intervenir sur les espaces publics comme les espaces privés ouverts, si les propriétaires de ceux-ci ne prennent pas l'initiative de créer le service. Elle intervient par le biais de contrats du type PPP ou marchés publics, et autorise à terme pour les collectivités des perspectives de valorisation du capital (vente de droits d'exploitation par exemple une fois les marchés équilibrés).
- Le modèle consistant à mettre en place un service de mobilité électrique (véhicules électriques en libre-service) dans le cadre d'une DSP associant l'établissement et l'exploitation de PDC ouverts au public sur les stations dédiées au service d'auto partage présente deux intérêts majeurs. D'abord la capacité à exploiter de fortes économies d'échelle avec les travaux de mise en place des stations ; ensuite la concordance entre le lancement de ce service de mobilité à forte visibilité et des points de charge destinés aux véhicules propriétaires, ce qui améliore l'effort de communication autour de l'existence du service. En revanche, il ne nous semble pas pouvoir constituer le seul mode d'établissement de PDC ouverts au public, du fait de l'impossibilité de financements croisés dans le cadre d'une DSP : l'opérateur du service de mobilité ne peut faire reposer une partie de l'équilibrage financier du service de recharge ouvert au public sur les usagers du service d'auto partage. Pour des montants d'investissement importants, la distinction d'un lot séparé en PPP ou marché public semble plus opportune.

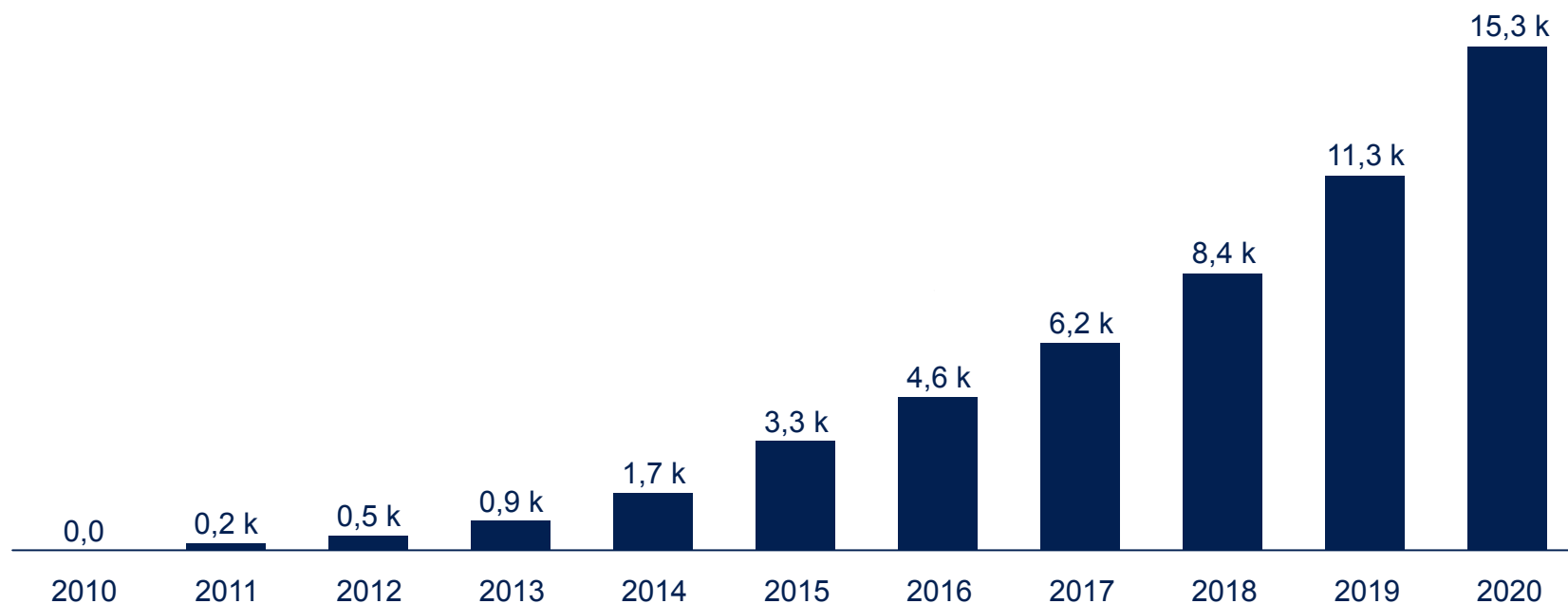
Sommaire

- **Calibrage de l'infrastructure de recharge à 2015 pour une agglomération de 500 mille habitants.**
- Calcul des flux de décaissement pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul du prix d'équilibre par catégorie de recharge et implications en termes de coûts pour le client final
- Conséquences : nombre de bornes et flux de décaissements pour les 13* collectivités signataires de la Charte d'avril 2010 et pour les 25 plus grandes agglomérations de France.
- Les modèles économiques les plus pertinents pour le déploiement de l'infrastructure de recharge suivant le lieu de stationnement.
- Cartographie des enjeux d'investissement par modèle économique et catégorie de recharge.
- Contacts.
- Annexes.

* 13 Collectivités auxquelles s'est rajouté Monaco récemment

Sur la base du plan national pour les véhicules décarbonés et pour une agglomération d'environ 500 000 habitants (et un parc de ~ 275 000 véhicules), il y aurait 3 300 véhicules décarbonés en 2015.

Evolution du parc de véhicules rechargeables entre 2010 et 2020 pour une agglomération de type Rouen– calibré sur le plan national des véhicules décarbonés ⁽¹⁾ (en milliers de véhicules)



Environ 5% du parc de l'agglomération

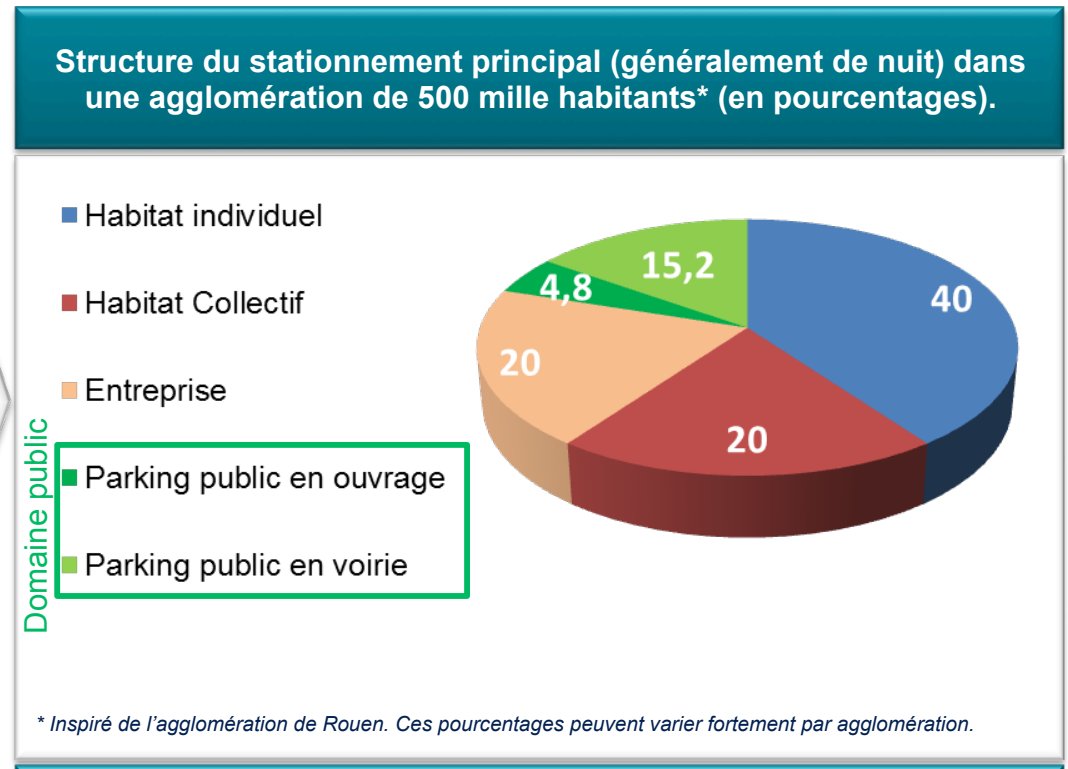
(1) Plan national pour les véhicules décarbonés prévoyant 2 millions de véhicules en 2020.

Profil du parc de stationnement principal (de nuit) sur lieu privé et public, cas d'une agglomération de type Rouen⁽¹⁾

Afin de réaliser un exercice complet de calibrage d'infrastructure de charge et de modèle économique, nous nous inspirons du cas d'une agglomération (ici Rouen).

En nous appuyant sur les informations et statistiques disponibles pour l'agglomération de Rouen, nous estimons :

- une population de 500k habitants;
- un parc de 275k véhicules;
- une répartition du stationnement principal (de nuit) pour ce parc de véhicules suivant le schéma suivant (hypothèses préliminaires) :
 - ✓ 110 k en maison individuelle ;
 - ✓ 55 k en habitat collectif, espace de stationnement privé ;
 - ✓ 55 k en entreprise (véhicules utilitaires et de fonction) ;
 - ✓ 13 k en parking public dont 50% en parking sous concession ;
 - ✓ 41 k en voirie.



(1) Estimation fondée sur les ratios identifiés pour l'agglomération de Rouen. Nous ne considérons pas dans le cadre de ce document le doublon de la charge principale entre lieu de charge de nuit et lieu de travail du particulier

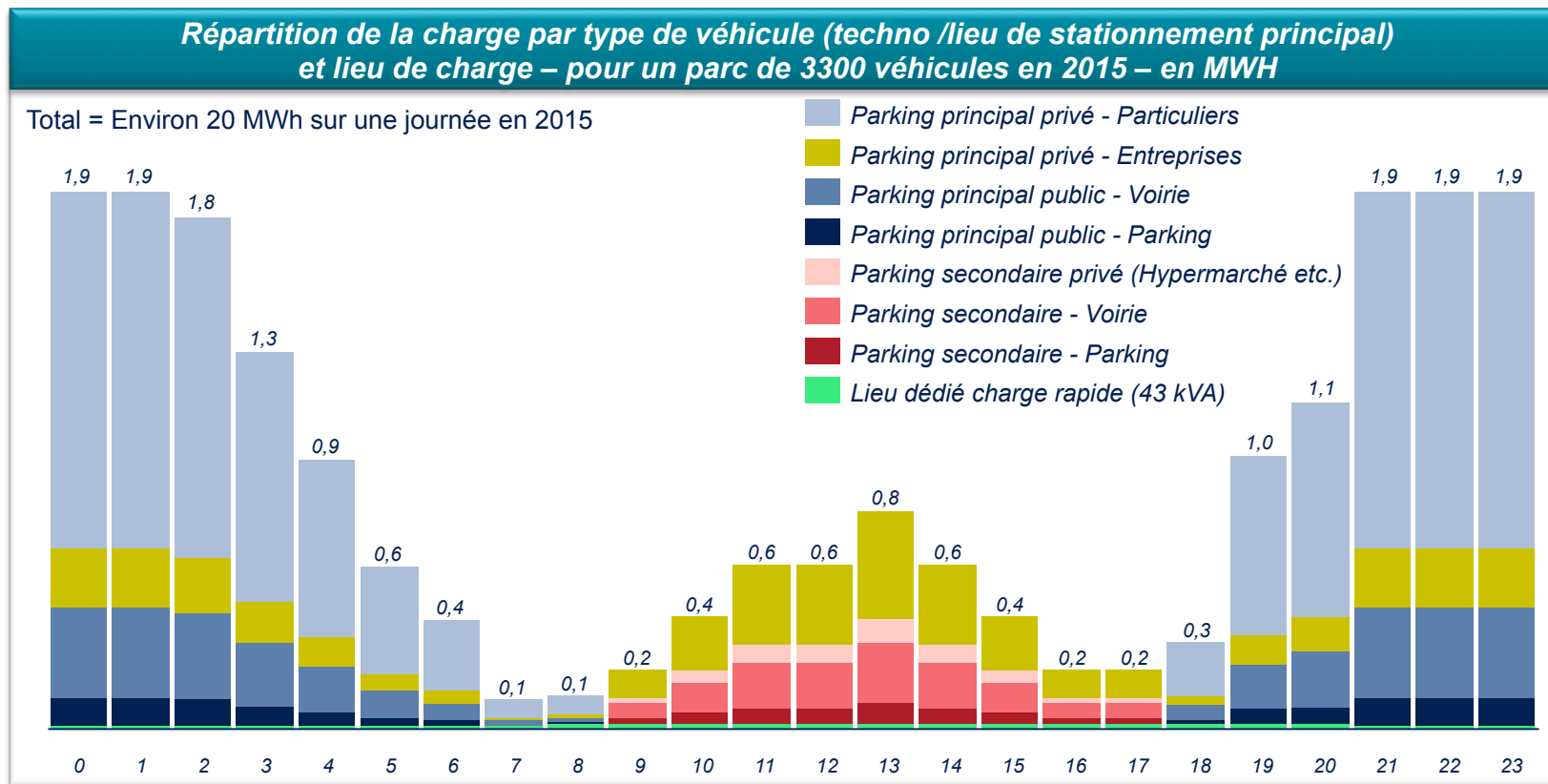
D'après les premiers retours d'expérience, ~ 90% de la charge est réalisée sur le lieu de stationnement principal (public ou privé), le reste de la charge s'appuyant sur les lieux de stationnement partagés et les lieux dédiés à la charge rapide à 43 kVA.

Technologie de véhicule / lieu de stationnement principal		← Répartition de 100% de la recharge suivant le lieu →						
		Lieu de recharge principale			Lieu de recharge secondaire			
		Privé	Parking public	Voirie	Parking public	Voirie	Privé (hôtels etc.)	Rapide
		3 kVA			3 kVA ou 3 à 22 kVA (VE uniquement)			43 kVA
VE	Privé	90%	0%	0%	~1%	~4%	2 à 3%	2 à 3%
	Parking public	0%	90%	0%	~1%	~4%	2 à 3%	2 à 3%
	Voirie	0%	0%	90%	~1%	~4%	2 à 3%	2 à 3%
VHR	Privé	90%	0%	0%	~2%	~6%	2 à 3%	0% (non nécessaire pour les VHR en raison du moteur thermique)
	Parking public	0%	90%	0%	~2%	~6%	2 à 3%	
	Voirie	0%	0%	90%	~2%	~6%	2 à 3%	

Source: Analyse CVA, retours d'expérimentation de véhicules rechargeables; GT Vex 2009.

Les conséquences : répartition des besoins de charge sur une journée type suivant le lieu de charge et les heures

Sur la base des conclusions des Groupes de travail sur l'infrastructure de charge et de résultats d'expérimentations à l'étranger⁽¹⁾, nous reconstituons une courbe de charge par lieu de charge pour une journée type, pour l'agglomération entière et le parc de véhicules rechargeables – vision à 2015



Sources: Analyse CVA ; hypothèses de roulage moyen par an dans le parc: 13 000 km – source CCFA

(1) Source EPRI

Rappel : Principes du calibrage du nombre de points de charge nécessaires pour répondre à la demande

Volet économique

1

Lieux de charge principaux :

Maisons individuelles,
Copropriétés,
Entreprises, Voirie,
Parking public.

Nous proposons de calibrer le nombre de points de charge pour les points de charge principaux (90% de la charge) de la manière suivante :

1 véhicule = 1 point de charge ⁽¹⁾

aussi bien dans le domaine privé que public (afin d'assurer une disponibilité du point de charge pour le principal utilisateur pour une recharge longue de nuit).

Nous considérons en hypothèse préliminaire que 20% de ces points de charge sont partagés durant la journée ⁽²⁾.

2

Lieux de charge secondaires :

Privé (hypermarchés,
hôtels, etc.), Voirie,
Parking, Lieux dédiés
à la charge rapide 43
kVA.

Une démarche en trois étapes pour les bornes partagées :

1/Calibrage par les pics de la courbe de charge : identification du nombre de points de charge **minimum** de 3 kVA nécessaires pour répondre à un pic de consommation **d'électricité carburant** durant une journée moyenne.

2/Calibrage par le territoire et les fluctuations de fréquentation sur un lieu de charge : **ajustement de ce nombre de points de charge de 3 kVA minimum** en fonction :

- des pics de demande sur un lieu de charge donné au cours de la semaine – pics de fréquentation et de concentration des flux de véhicules (exemple le samedi sur un centre commercial) ;
- de la répartition géographique du besoin de charge sur le territoire.
- **3/Calibrage du nombre de points de charge pouvant délivrer entre 3 à 22 kVA vs. 3 kVA uniquement :** calibrage selon les usages du client (tps de stationnement moyen, min et max sur le lieu de charge).

(1) Ne prend pas en compte les points de charge « doublonnés » domicile / travail,

(2) Hypothèse PSA, Syndicat mixte Autolib.

Les résultats : pour les points de charge principaux, la logique « 1 véhicule = 1 point de charge » implique environ 650 PDC* à 3 kVA sur le domaine public à 2015 pour la charge principale de nuit uniquement, auxquels s'ajoutent environ 250 PDC* partagés, dont le tiers environ dans le domaine privé (hyper etc.)

Points de charge - stationnement principal				Points de charge - stationnement secondaire / partagé						
Lieu de stationnement	# véh.	# PDC / véh.	# PDC	Lieu de stationnement	Pic de demande d'élec. / jour – en Kwh	# PDC minimal	Ajust. par la géog. / pic local ⁽¹⁾	PDC Partagés ⁽³⁾	# PDC total	Dont bornes de 3 / 22 kVA ⁽⁴⁾
Privé - Particuliers	~ 2 000	1	~ 2 000	Parking public	72	24	+ 48	-32	40	12
Privé - Entreprises	~ 650		~ 650	Voirie	213	71	+ 142	-100	113	34
Parking public	159		159 ⁽²⁾	Privé (hyper ...)	84	28	+ 56		84	25
Voirie	504		504 ⁽²⁾	Charge rapide	10	1	+ 9 ⁽²⁾		10	-
Total	~ 3 313		~ 3 313	Total					247	71

= PDC en espace public (907 dont 248 déployés en 2011 et 659 en 2014 - Cf. slide suivante).

► **Le nombre de points de charge total serait donc de l'ordre de 3550, soit 1,1 PDC / véhicule à horizon 2015 pour l'agglomération de Rouen. Une part substantielle du besoin en PDC publics résulte des besoins de charge des véhicules dont le lieu de stationnement principal la nuit est sur le domaine public.**

- (1) La prise en compte des aspects géographiques et des pics de demande locaux par type de lieu de charge (ex. multiplication par 2 à 3 du nombre de clients sur un hypermarché le samedi par rapport aux autres jours de la semaine), nous amène à considérer en première analyse un facteur « x 3 » par rapport au calcul du nombre de points de charge minimal calculé par les volumes d'énergie tirée.
- (2) Pour la 43 kVA, l'approche est uniquement géographique (couverture pertinente du territoire, lieux de charge dédiés et protégés).
- (3) Correspond aux 20% de bornes de charge pour le stationnement principal sur espace public qui peuvent être partagées durant la journée
- (4) Nous considérons que ~ 30% du stationnement appelle plutôt des bornes de 3 à 22 kVA (plutôt que 3 kVA uniquement) en raison du temps de stationnement réduit (<1 heure). Benchmark sur la Ville de Montpellier.

Pour répondre à la demande de charge des 3300 véhicules rechargeables en 2015, nous prévoyons deux vagues d'installations de points de charge dans le domaine public: environ 250 PDC en 2011 et 660 PDC en 2014, soit un total cumulé de l'ordre de 900 points de charge

Nous considérons un déploiement de l'infrastructure de charge sur **un rythme biennal** afin d'intégrer le retour d'expérience des bornes déployées et les délais de mise en place du projet (définition du projet / ingénierie, validation administrative, etc.), excepté en 2011 (légère anticipation des investissements au démarrage pour donner une visibilité à l'infrastructure).

Par ailleurs, l'infrastructure déployée l'année N correspond au besoin de charge du parc de véhicule de l'année N+1 (ex. le parc de borne installé en 2014 correspond au 3 300 véhicules attendus en 2015).

Evolution des flux de PDC déployés sur l'agglomération de type Rouen d'ici 2020 – Charge en espace public uniquement

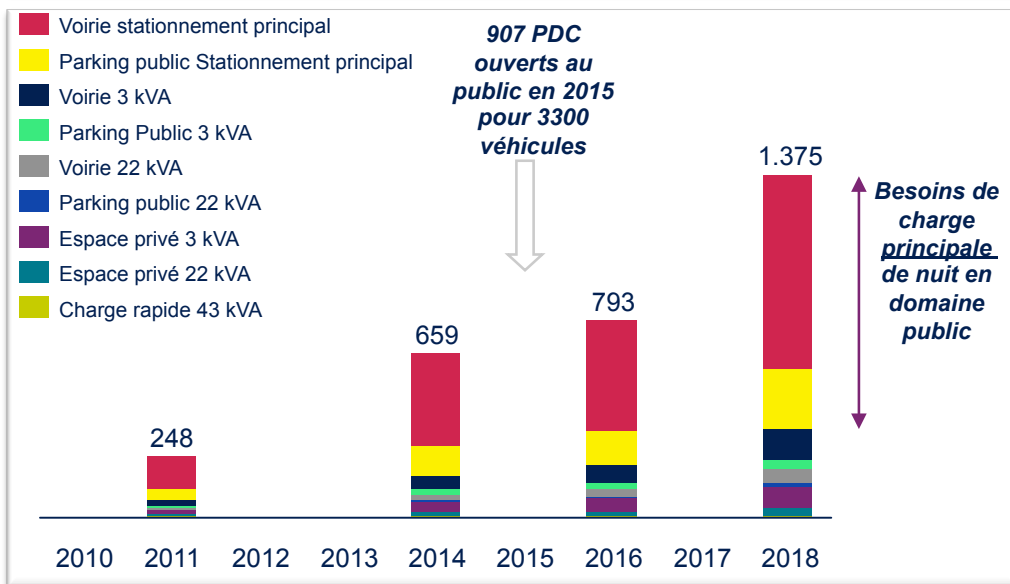
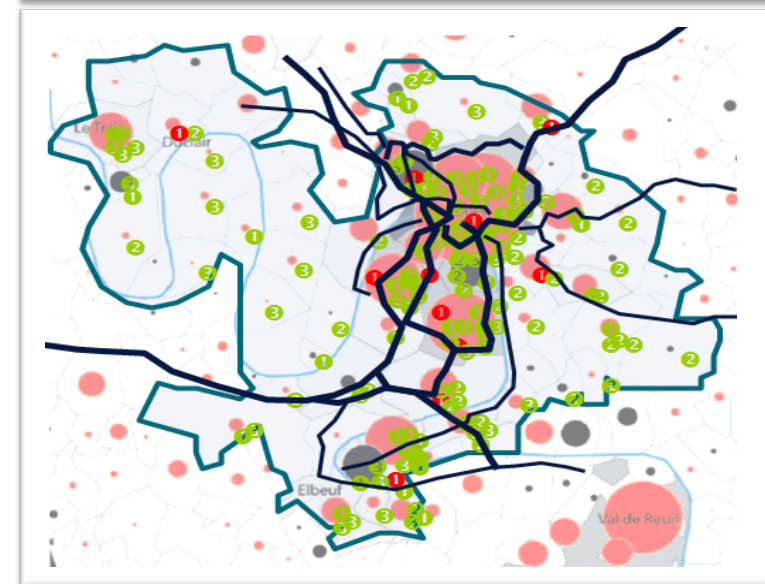


Illustration – Agglomération de Rouen en 2015



- Charge normale à 3 kVA
- Charge rapide à 43 kVA
- ① Stations comprenant 2 PDC (ou 1 pour la charge à 43 kVA)
- ② Stations comprenant 6 PDC
- ③ Stations comprenant 12 PDC

Sommaire

- Calibrage de l'infrastructure de recharge à 2015 pour une agglomération de 500 mille habitants.
- **Calcul des flux de décaissement pour une agglomération de 500 mille habitants.**
- Calcul du prix d'équilibre par catégorie de recharge et implications en termes de coûts pour le client final
- Conséquences : nombre de bornes et flux de décaissements pour les 13* collectivités signataires de la Charte d'avril 2010 et pour les 25 plus grandes agglomérations de France.
- Les modèles économiques les plus pertinents pour le déploiement de l'infrastructure de recharge suivant le lieu de stationnement.
- Cartographie des enjeux d'investissement par modèle économique et catégorie de recharge.
- Contacts
- Annexes

* 13 Collectivités auxquelles s'est rajouté Monaco récemment

Détail des frais d'établissement (CAPEX) par poste de coûts pour les différentes solutions de recharge.

Frais d'établissement (Capex) par point de charge et par poste de coût pour les différentes solutions de recharge (charge normale, accélérée et rapide). En k€.						
Valable pour des stations de 6 PDC (excepté pour la 43 KVA où un seul PDC par station est envisagé).						
Durée / amortissement	Matériel		Engineering ⁽¹⁾	Génie civil	Raccordement ⁽²⁾	Total Capex par PDC en 2011 ⁽¹⁾
	8 ans		20 ans			
	2011 - 2014	Après 2014				
3 kVA	Voirie : 3 k€ Parking : 2,2 k€	Voirie : 2,5 k€ Parking : 1,7 k€	0,2 k€	1,5 k€ sur 20 ans	0,2 k€	Environ 5 k€ / PDC
3 - 22 kVA	+ 0,5 k€ par rapport à 3 kVA			3,3 k€ sur 20 ans	0,8 k€	Environ 8 k€ / PDC
43 kVA (solution mixte AC et DC)	30 k€	~ 23 k€	0,6 k€	20 k€ sur 20 ans	4,5 k€	Environ 55 k€ / PDC

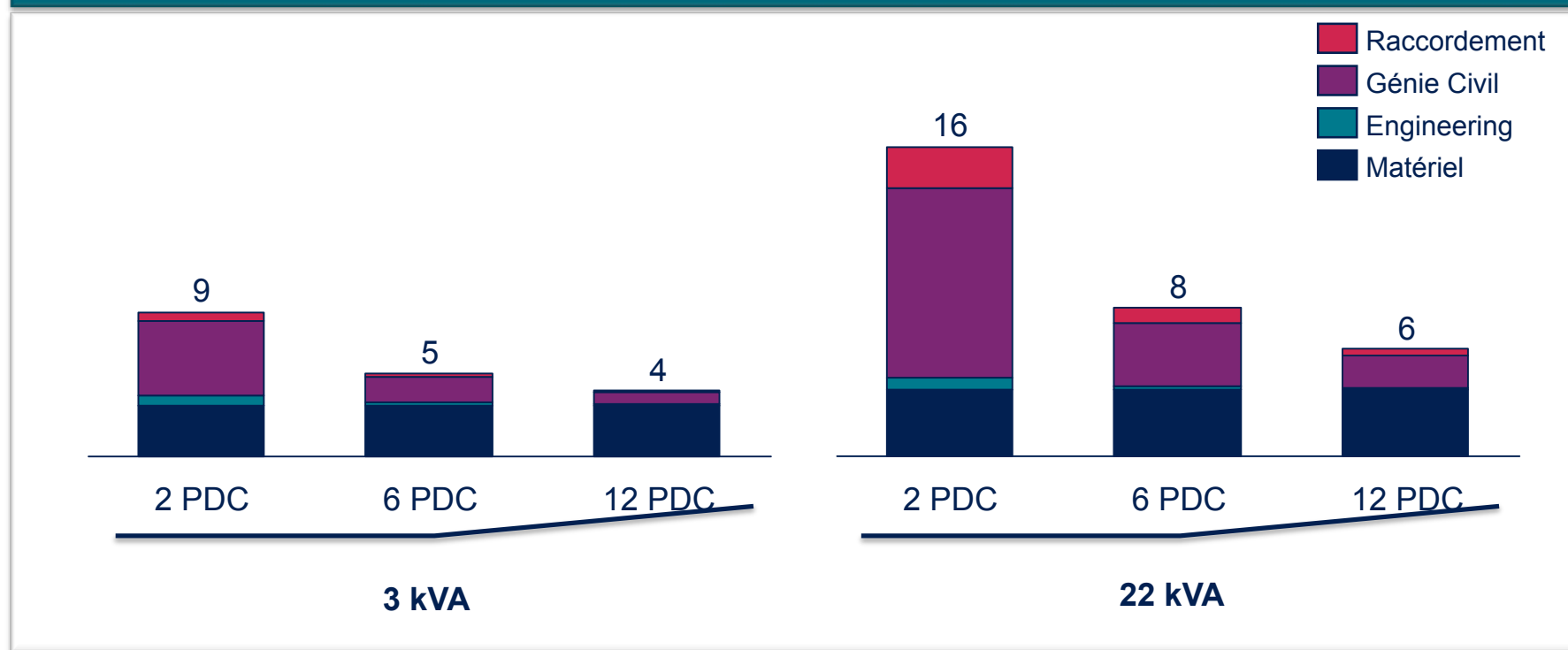
(1) Entretiens BTP, constructeurs, expérimentations, GRD : SPIE, EDF, ERDF, Gimelec

(2) Part demandeur seulement

Les frais d'établissement par point de charge décroissent fortement en fonction de la configuration des stations (nombre de points de charge par station) et du foisonnement

Les coûts de génie civil / PDC sont fortement sensibles au nombre de points de charge par station. Pour la 3 à 22 kVA, le coût total par PDC peut ainsi être divisé par près de 3 entre une station de 2 PDC et une station de 12 PDC : des configurations en « grappes » de bornes devront donc autant que possible être favorisées

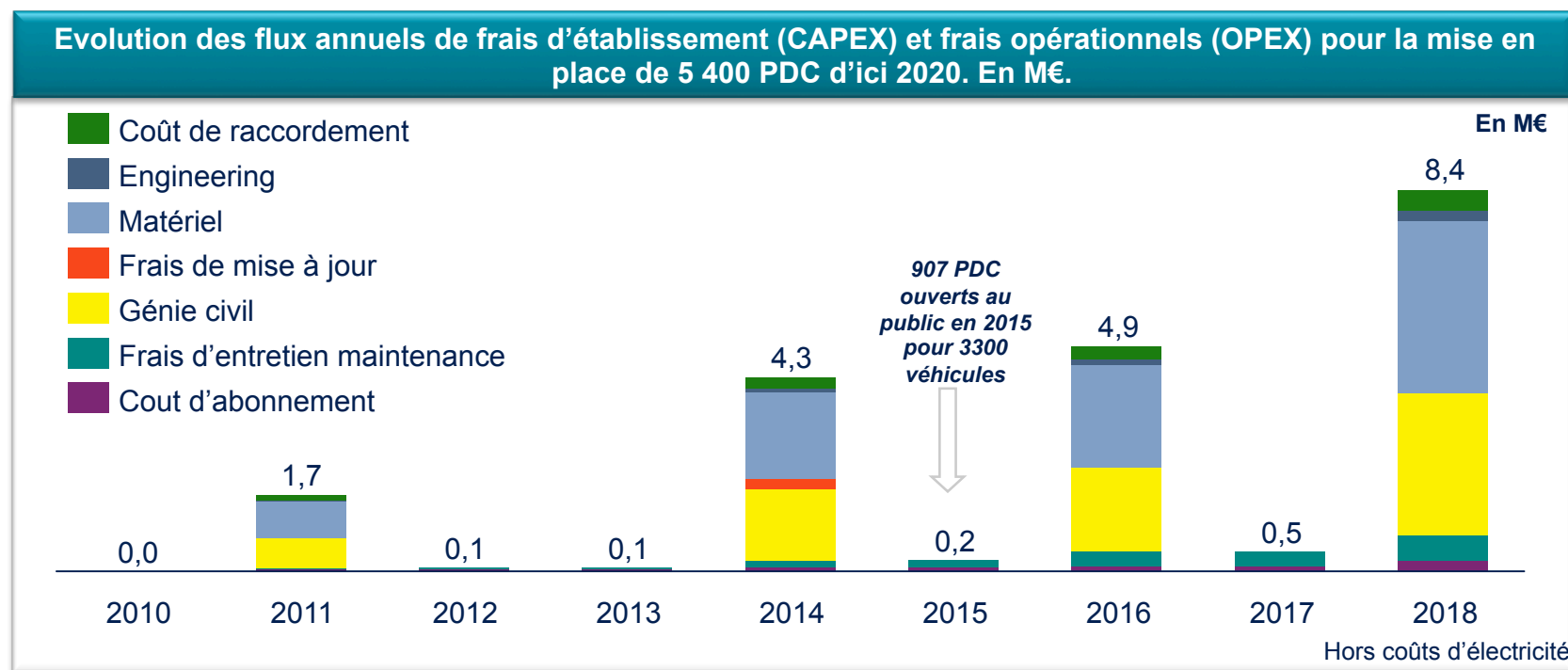
Coût par point de charge en k€ - Décroissance des principaux postes de CAPEX en fonction de la configuration des stations (2, 6 ou 12 points de charge).



NB. Comprend 100% des coûts de génie civil, alors que ceux-ci ont une durée de vie supérieure à celle de la borne.

Calcul des flux de décaissement pour la mise en place d'une infrastructure de charge répondant aux besoins du parc de VE-VHR – Cas d'une agglomération de type Rouen

Les frais d'établissement d'ici 2014 - pour la mise en place de l'infrastructure nécessaire aux 3 300 véhicules en 2015 – s'élèvent à 5,5 M€ cumulés et les frais opérationnels à environ 0,5 M€ cumulés (comprenant notamment l'entretien maintenance)



Nota bene :

- Comprend des frais de « refurbishment » (mise à jour des bornes) de l'ordre de 30% pour les points de charge déployés entre 2010 et 2013 ainsi que les coûts d'abonnement / souscription de puissance).
- Le premier renouvellement interviendrait en 2019 des bornes installées en 2011 (durée de vie des bornes = 8 ans).
- Les frais de raccordement correspondent au mix suivant : 25% installations à 2 prises par point de livraison, 50% des installations à 6 prises par point de livraison, 25% des installations à 12 prises par point de livraison.
- Ne comprend pas les frais d'assistance à maîtrise d'ouvrage ni de frais de financement
- Comprend une baisse de l'ordre de 5% pas an du coût du matériel en raison de l'accroissement des volumes et de la standardisation sur le marché.

Sommaire

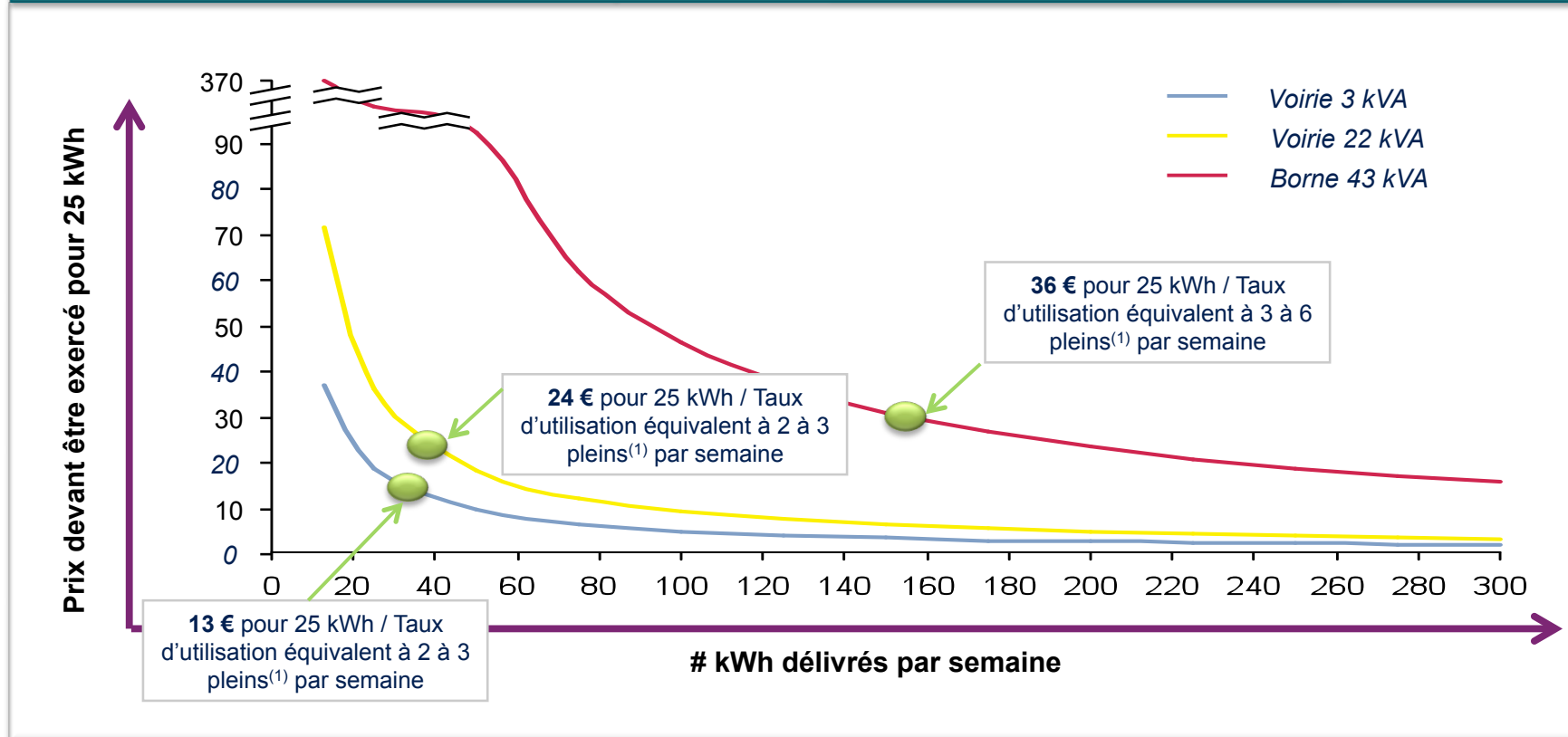
- Calibrage de l'infrastructure de recharge à 2015 pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul des flux de décaissement pour une agglomération de 500 mille habitants.
- **Calcul du prix d'équilibre par catégorie de recharge et implications en termes de coûts pour le client final**
- Conséquences : nombre de bornes et flux de décaissements pour les 13* collectivités signataires de la Charte d'avril 2010 et pour les 25 plus grandes agglomérations de France.
- Les modèles économiques les plus pertinents pour le déploiement de l'infrastructure de recharge suivant le lieu de stationnement.
- Cartographie des enjeux d'investissement par modèle économique et catégorie de recharge.
- Contacts.
- Annexes.

Les économiques : les prix d'équilibre par prise, selon les lieux et types d'infrastructures

Préliminaire

Les prix d'équilibre par kWh sont compris entre 0,5 et 1,4 € / kWh pour la charge normale en voirie et la charge rapide à 43 kVA.

Prix d'équilibre pour l'infrastructure déployée en 2011 en € pour 25 kWh afin de recouvrir les CAPEX et OPEX pour 1 PDC – coûts d'infrastructure seulement

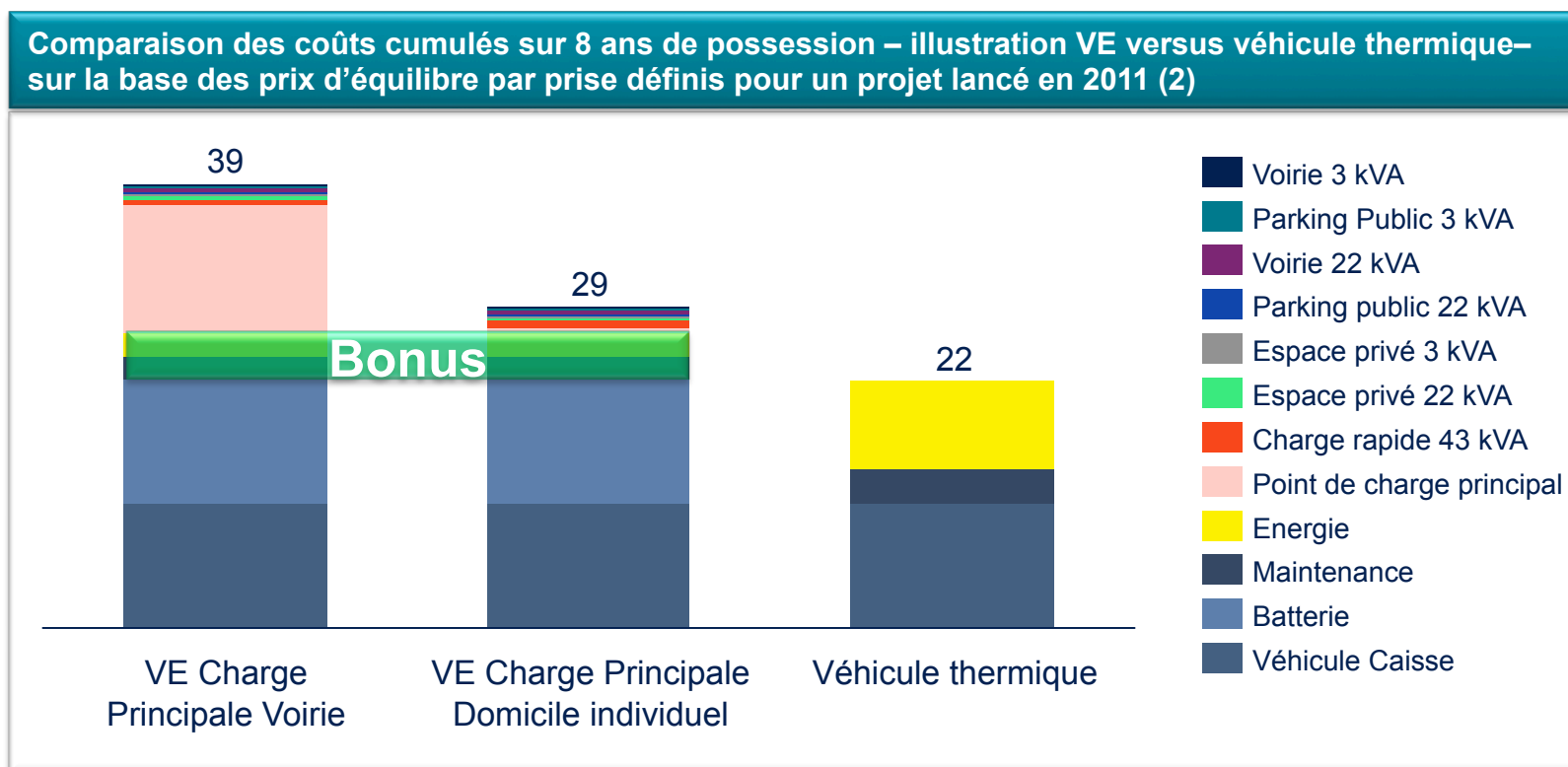


Les prix d'équilibre pour les bornes déployées en 2014 sont de l'ordre de 20% à 30% inférieurs à ceux des bornes déployées en 2011 (en raison de l'absence de coût pour refurbishment et de la baisse du coût du matériel).

NB. Ne prend pas en compte le coût du stationnement, ni les coût d'électricité. Comprend des frais de « refurbishment » (mise à jour des bornes) de l'ordre de 30% pour les points de charge déployés entre 2011 et 2013.

Impacts sur les coûts totaux de possession - les coûts d'accès à une infrastructure de charge dans le domaine public semblent difficilement pouvoir être portés en totalité par le client final en raison du surcoût que cela entraîne en comparaison des véhicules thermiques

De 2 000 à 9 000 € de coûts d'accès à l'infrastructure pour des clients finaux faisant leur charge principale respectivement en maison individuelle ou en voirie, sur 8 ans de durée de vie du véhicule. Le cas des clients se chargeant principalement sur voirie apparaît comme cher à desservir



Dans le cas d'un VHR, le coût total d'une charge principale en voirie s'élèverait à près de 9 000 € sur 8 ans en considérant que 75% des km sont réalisés sur la base du moteur électrique.

(1) Coûts relatifs au bornes déployées en 2011

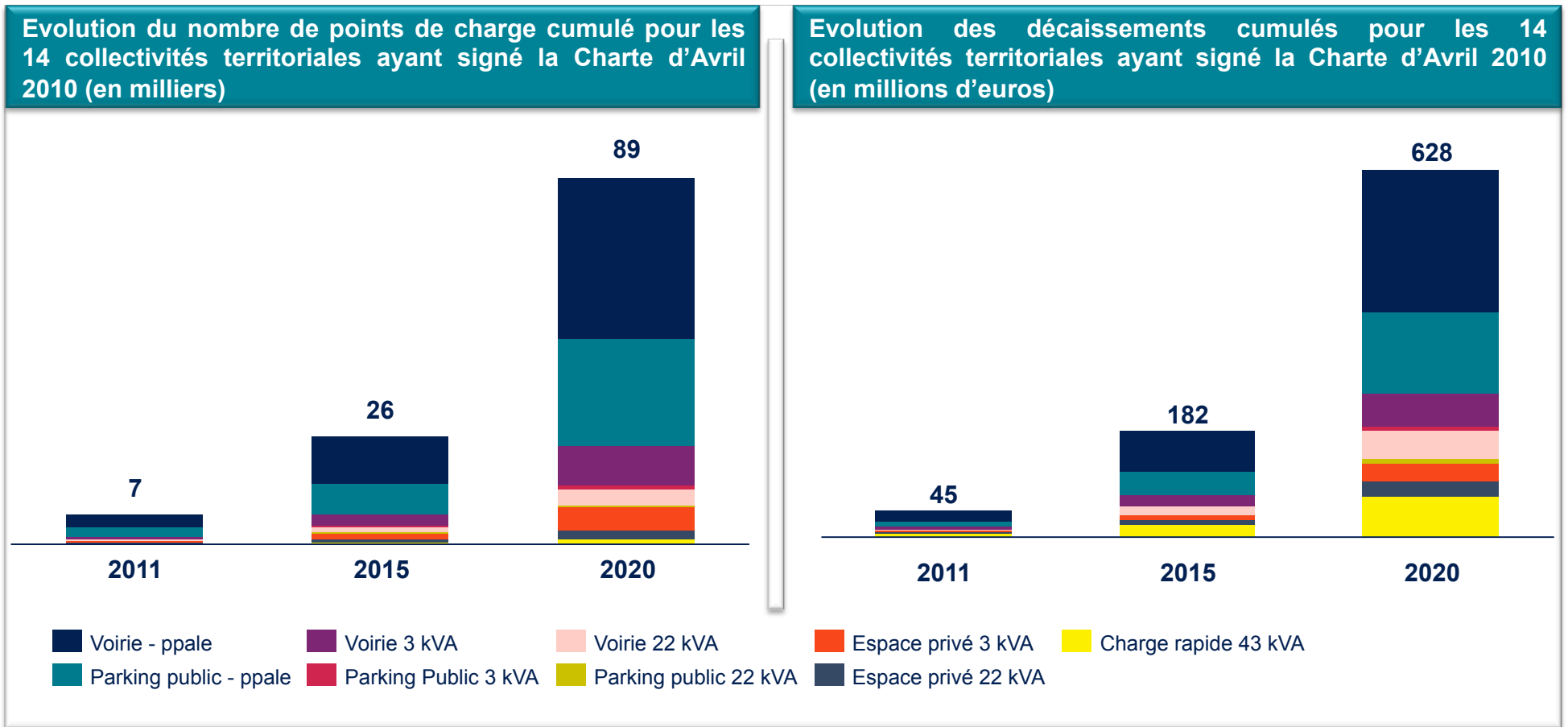
(2) Prix de batterie, 550€ / kWh ; 1,5 € / litre de carburant ; roulage moyen à 13000 km, par an ; prix de l'électricité, 100€ / Mwh

Sommaire

- Calibrage de l'infrastructure de recharge à 2015 pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul des flux de décaissement pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul du prix d'équilibre par catégorie de recharge et implications en termes de coûts pour le client final
- **Conséquences : nombre de bornes et flux de décaissements pour les 13* collectivités signataires de la Charte d'avril 2010 et pour les 25 plus grandes agglomérations de France.**
- Les modèles économiques les plus pertinents pour le déploiement de l'infrastructure de recharge suivant le lieu de stationnement.
- Cartographie des enjeux d'investissement par modèle économique et catégorie de recharge.
- Contacts.
- Annexes.

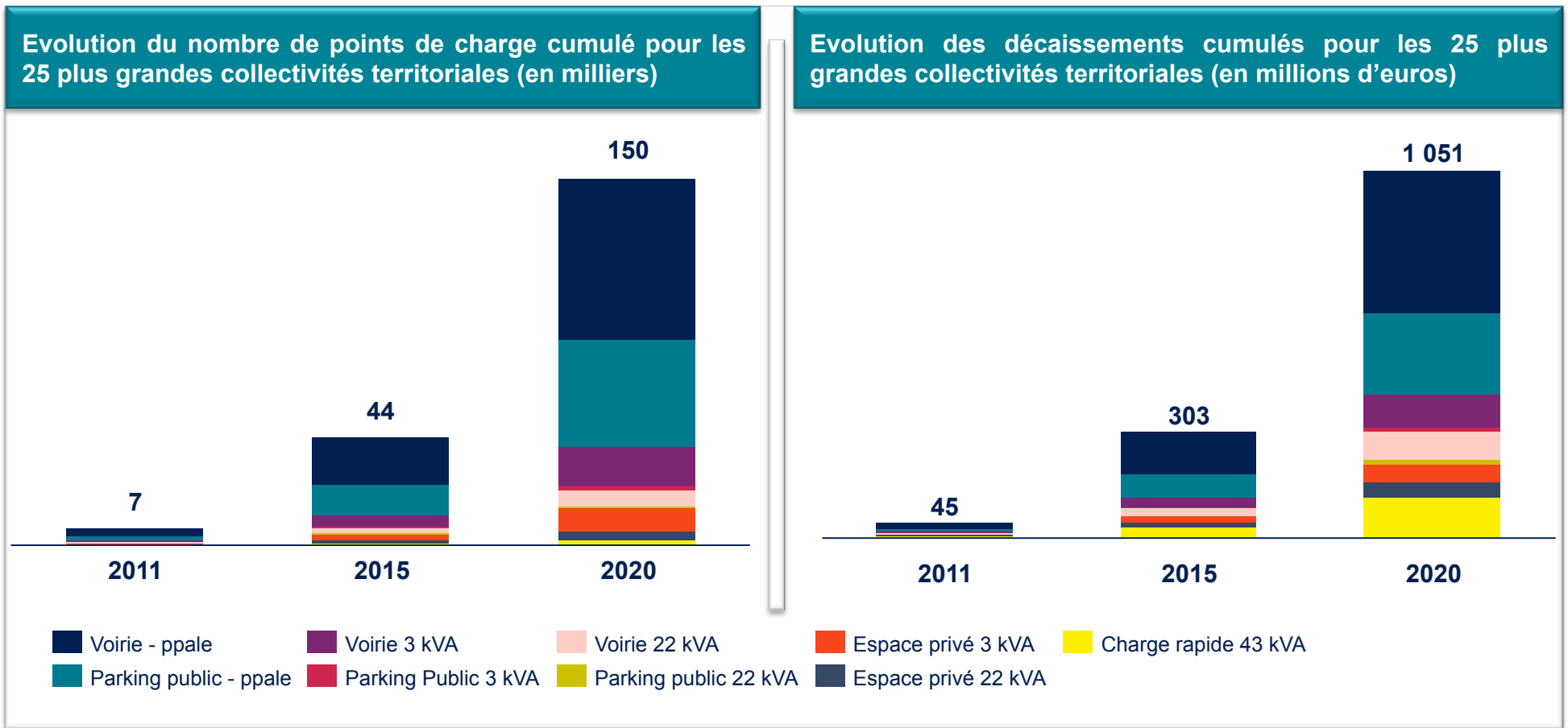
* 13 Collectivités auxquelles s'est rajouté Monaco récemment

Evolution du nombre de points de charge et décaissement cumulés pour l'infrastructure de recharge partagée : cas des 14* collectivités territoriales ayant signé la Charte d'Avril 2010



* Dont Monaco

Evolution du nombre de points de charge et décaissement cumulés pour l'infrastructure de recharge partagée : cas des 25 plus grandes agglomérations de France



Sommaire

- Calibrage de l'infrastructure de recharge à 2015 pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul des flux de décaissement pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul du prix d'équilibre par catégorie de recharge et implications en termes de coûts pour le client final
- Conséquences : nombre de bornes et flux de décaissements pour les 13* collectivités signataires de la Charte d'avril 2010 et pour les 25 plus grandes agglomérations de France.

- **Les modèles économiques les plus pertinents pour le déploiement de l'infrastructure de recharge suivant le lieu de stationnement.**

- Cartographie des enjeux d'investissement par modèle économique et catégorie de recharge.
- Contacts.
- Annexes.

Onze modèles économiques ont été conçus, décrits et analysés suivant les différentes configurations de charge possibles (privé / public, en concession / en régie directe etc.)



Evaluation qualitative des modèles

Critères de l'évaluation

L'évaluation a été menée au travers de la batterie de critères suivants :

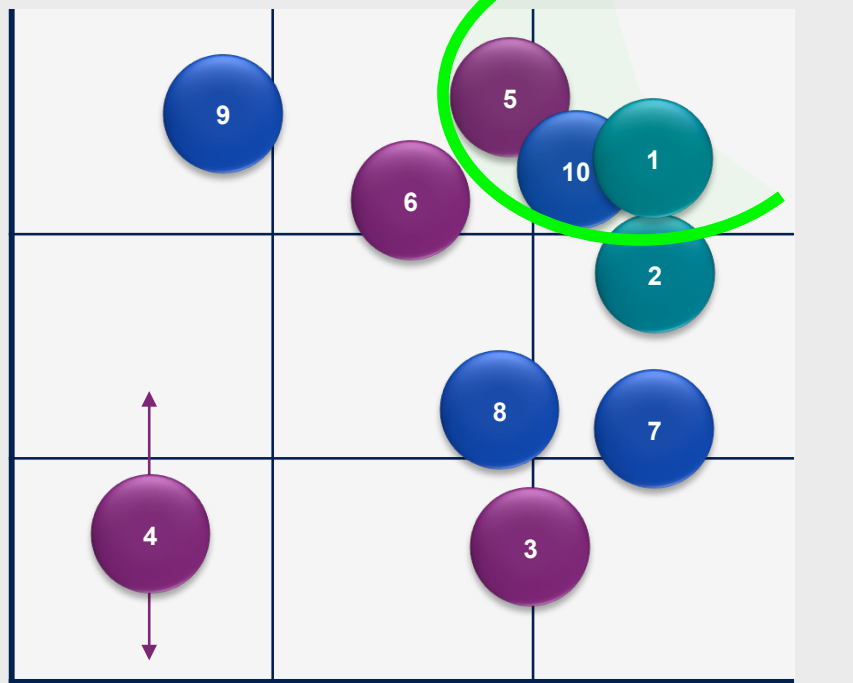
A	Régularité juridique du modèle	<ul style="list-style-type: none">• Conformité ou compatibilité du modèle avec les différents principes du droit de la commande publique et de la concurrence
B	Efficacité économique	<ul style="list-style-type: none">• Capacité du modèle à assurer une minimisation des coûts complets du projet d'infrastructure de charge, pour le client final et / ou la collectivité• Capacité du modèle à assurer une attractivité économique suffisante pour garantir un positionnement des opérateurs et équipementiers privés
C	Performance logistique – facilité de mise en oeuvre	<ul style="list-style-type: none">• Capacité du modèle à assurer une mise en place en temps et en heure de l'infrastructure de charge, pour éviter un retard de déploiement / décalage avec les programmes de commercialisation des véhicules
D	Garantie de cohérence technique	<ul style="list-style-type: none">• Capacité du modèle à assurer une cohérence du réseau d'infrastructure sur le territoire, garant de l'interopérabilité : cohérence des normes techniques et monétiques, cohérence de l'architecture du réseau
E	Justice économique	<ul style="list-style-type: none">• Capacité du modèle à faire reposer le financement du service sur les usagers finaux et / ou les principaux producteurs d'externalités négatives / bénéficiaires d'externalités positives

*Nous ne considérons pas de critères de performance environnementale pour l'évaluation de ces modèles, celle-ci touchant plutôt à la question de la structure du réseau d'infrastructure (part de charge rapide et semi-rapide dans le réseau d'infra., gestion des pics)

Evaluation qualitative des modèles – Synthèse

Evaluation des modèles économiques

Optimalité du modèle (efficacité économique + justice économique)



Faisabilité du modèle (juridique + logistique)

- 1 Domaine public en concession : compensation par extension de la durée de la concession.
- 2 Domaine public en concession : pollueur - payeur (augmentation des prix de stationnement pour VT).
- 3 Domaine public en régie ou concession : DSP avec rémunération directe par les prix –subventions d’investissement et / ou d’exploitation éventuelles
- 4 Domaine public en régie ou concession : DSP avec rémunération directe par les prix et marché complémentaire
- 5 Domaine public en régie ou concession : contrat de partenariat, avec loyer révisable par période de temps
- 6 Domaine public en régie ou concession : marchés publics de construction, puis de services (entretien-maintenance)
- 7 Espaces privés « ouverts » / Complément à l’offre du propriétaire
- 8 Espaces privés « ouverts » / Opération directe par un opérateur séparé, avec appui public éventuel
- 9 Espaces privés « ouverts » / Contrat administratif ad hoc, avec servitude sur une partie de l’espace et compensation
- 10 Modèle impliquant la création d’une SPL
- 11 Modèle type Auto partage (non cartographié en raison de la spécificité du modèle)

6 modèles économiques sont apparus comme pertinents, dont trois semblent particulièrement bien indiqués comme outils pour le déploiement d'un projet d'infrastructures de charge publique

		Remarques
Modèles prioritaires / les plus pertinents	1 Spécifique au domaine public en concession (parking - voirie) Avenant au contrat de DSP : allongement de la durée de DSP	<ul style="list-style-type: none"> • Les frais d'établissement / d'exploitation sont absorbés par la valeur complémentaire du contrat / le revenu ne dépend pas de la fréquentation incertaine des bornes. • Modèle plus simple à mettre en œuvre que via l'introduction d'un opérateur séparé • Pratique des avenants courante sur des DSP longues
	5 Tout domaine public (régie directe ou sous concession) Contrat de partenariat	<ul style="list-style-type: none"> • Modèle permettant de réduire le risque de fréquentation pour l'opérateur chargé de l'établissement de l'infrastructure et son exploitation. • L'opérateur prend à sa charge la gestion des interfaces entre les lots techniques, avec possibilité de couverture de plusieurs vagues dans le temps
	10 Tous domaines Société publique locale	<ul style="list-style-type: none"> • Modèle particulièrement flexible, qui autoriserait la création d'un opérateur intervenant tant sur le domaine public que privé, avec capacité de prise de risque au-delà de ce que le ferait un opérateur économique classique. Possibilité de refinancement partiel via la revente des actifs sitôt que le marché aura décollé
Modèles envisageables	2 Spécifique au domaine public / concession (parking - voirie) Avenant au contrat de DSP - Augmentation des prix de stationnement	<ul style="list-style-type: none"> • Modèle présentant les mêmes avantages que le n° 1, avec l'incertitude de l'impact de l'augmentation des prix de stationnement sur le taux d'utilisation / le revenu généré par cette activité (élasticité prix)
	6 Tout domaine public (régie directe ou sous concession) Marchés publics	<ul style="list-style-type: none"> • Coût global optimisé car pas de solution de financement associée au marché. En revanche, pas de facilité de trésorerie pour la collectivité. • Complexité de mise en œuvre possible (publicité et mise en concurrence, différenciation des lots, la collectivité doit organiser et prendre le risque d'interface entre les lots)
	11 Spécifique véhicule + infra Inclusion dans un service de mobilité	<ul style="list-style-type: none"> • Schéma envisagé pour les projets d'ALS. Une solution possible mais plutôt en appoit par rapport aux enjeux de création de prises pour le gros du marché des propriétaires de véhicules rechargeables (risque de financement croisé dans une DSP).

Sommaire


- Calibrage de l'infrastructure de recharge à 2015 pour une agglomération de 500 mille habitants.
 - Calcul des flux de décaissement pour une agglomération de 500 mille habitants.
 - Calcul du prix d'équilibre par catégorie de recharge et implications en termes de coûts pour le client final
 - Conséquences : nombre de bornes et flux de décaissements pour les 13* collectivités signataires de la Charte d'avril 2010 et pour les 25 plus grandes agglomérations de France.
 - Les modèles économiques les plus pertinents pour le déploiement de l'infrastructure de recharge suivant le lieu de stationnement.
- **Cartographie des enjeux d'investissement par modèle économique et catégorie de recharge.**
- Contacts
 - Annexes


* 13 Collectivités auxquelles s'est rajouté Monaco récemment


Synthèse des modèles économiques recommandés suivant la nature de l'espace et le type de charge

Synthèse : principaux modèles économiques recommandés suivant la nature de l'espace et le type de charge			
	Charge principale 3 kVA	Charge secondaire (3 et 3 – 22 kVA)	Charge rapide 43 kVA
Espace sous concession	Yellow	Yellow	Yellow
Espace en régie	Light Green	Light Green	Light Green
Espace privé	N/A	Light Green Red	Light Green Red

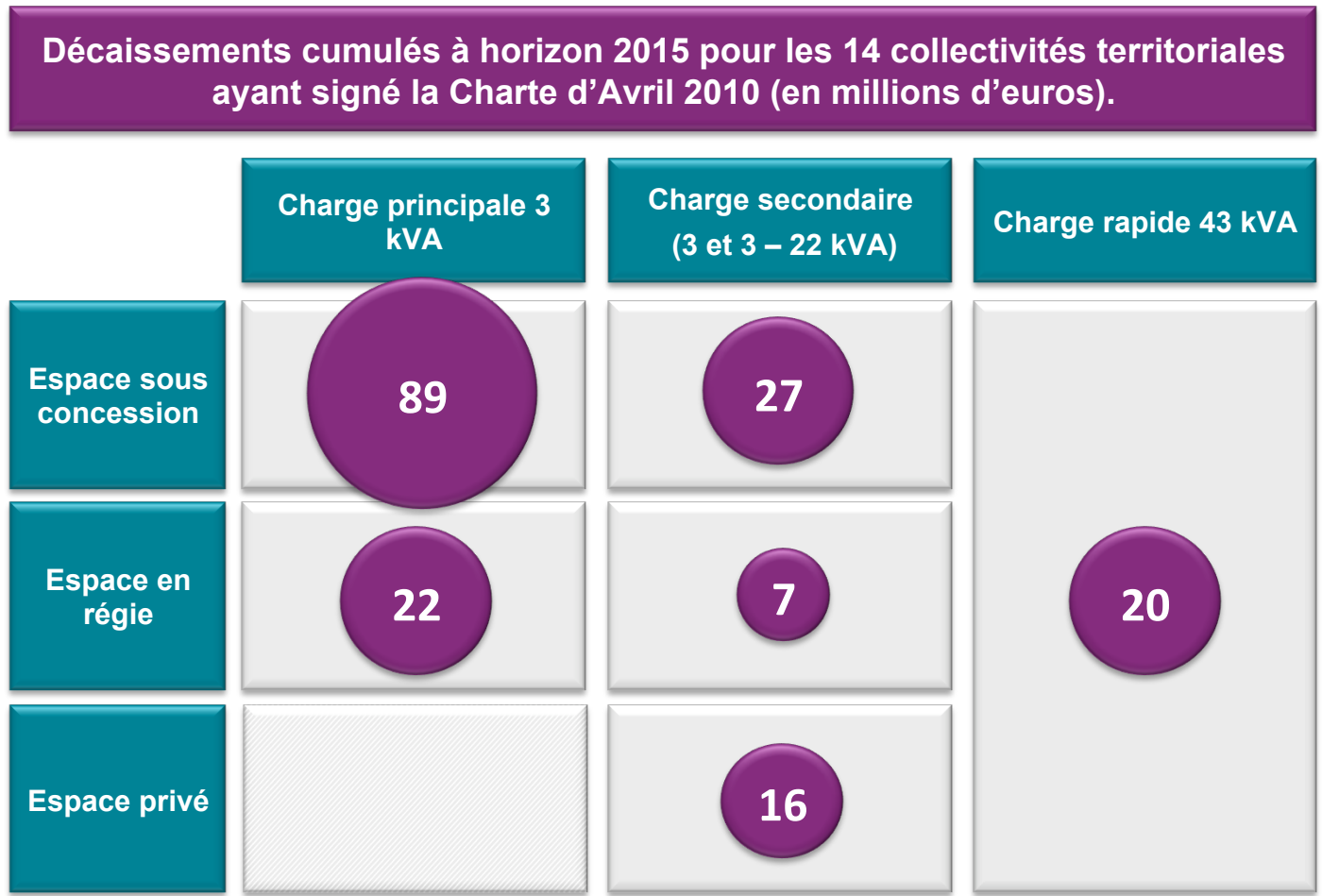
Par principe, investissement par le propriétaire de l'espace (initiative privée), sinon intervention de la collectivité si carence observée.

 **Modèles 1 et 2** (extension de la durée de contrat de concession, augmentation des prix etc.) correspondant à des domaines sous concession. La charge rapide peut par exemple être déployée dans les domaines en sous concession sur les autoroutes.

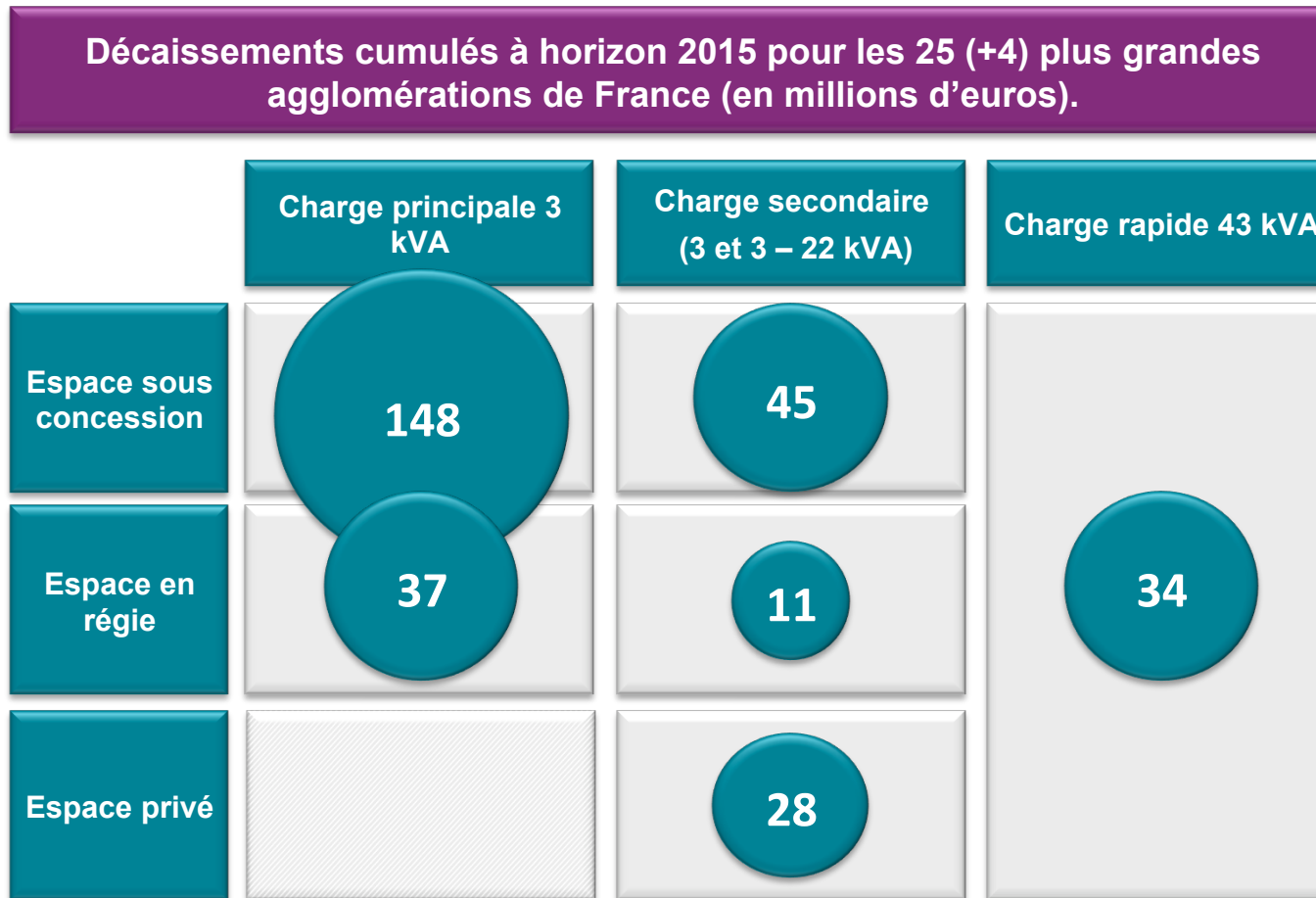
 **Modèles 5 (PPP), 6 (Marché public) et 10 (SPL)** sur des espaces en régie ou privés pour tout type de charge.

 **Modèles 7 : Initiative du gestionnaire d'espace** (ex. hypermarché etc.) qui investit dans l'infrastructure de recharge pour offrir un service complémentaire à sa clientèle.

Répartition des décaissements cumulés en fonction du lieu et de la nature de la charge à horizon 2015 : cas des 14 collectivités territoriales signataires de la Charte d'Avril 2010



Répartition des décaissements cumulés en fonction du lieu et de la nature de la charge à horizon 2015 : cas des 25 plus grandes agglomérations de France



Sommaire

- Calibrage de l'infrastructure de recharge à 2015 pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul des flux de décaissement pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul du prix d'équilibre par catégorie de recharge et implications en termes de coûts pour le client final
- Conséquences : nombre de bornes et flux de décaissements pour les 13* collectivités signataires de la Charte d'avril 2010 et pour les 25 plus grandes agglomérations de France.
- Les modèles économiques les plus pertinents pour le déploiement de l'infrastructure de recharge suivant le lieu de stationnement.
- Cartographie des enjeux d'investissement par modèle économique et catégorie de recharge.

- **Contacts**

- Annexes

Contacts

Corporate Value Associates

112, Avenue Kleber
75116 Paris

Matthieu Crest , Senior Manager : 01.53.65.72.54 / 06.89.09.27.23, matthieu.crest@corporate-value.com
Christophe Ruiz , Case Manager : 01.53.65.72.66 / 06.35.43.17.91, christophe.ruiz@corporate-value.com

Sommaire

- Calibrage de l'infrastructure de recharge à 2015 pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul des flux de décaissement pour une agglomération de 500 mille habitants.
- Calcul du prix d'équilibre par catégorie de recharge et implications en termes de coûts pour le client final
- Conséquences : nombre de bornes et flux de décaissements pour les 13* collectivités signataires de la Charte d'avril 2010 et pour les 25 plus grandes agglomérations de France.
- Les modèles économiques les plus pertinents pour le déploiement de l'infrastructure de recharge suivant le lieu de stationnement.
- Cartographie des enjeux d'investissement par modèle économique et catégorie de recharge.
- Contacts

- **Annexes**


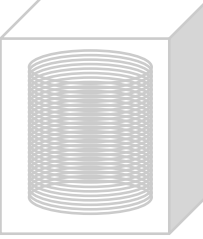
Annexes

Annexes incluses dans ce document :

- Hypothèses sur les principaux postes de coûts
- Evaluation des modèles économiques
- Plans d'affaires pour les principaux modèles économiques

Hypothèses sur les principaux postes de coûts

Estimation des coûts de génie civil suivant le type de station (charge normale ou charge accélérée / rapide)

	Liés au Point de raccordement	Hypothèse moyenne de distance entre le point de raccordement et la borne	Coût moyen du mètre linéaire ⁽¹⁾	Coût total moyen pour une station	Coût total moyen par borne ⁽²⁾
Charge normale (3kVA)	Compteur 	50 mètres	175 €	8.750 €	De 729 € à 4.375 € (moyenne de 2.000 € environ)
Charge accélérée (22 kVA) ou Charge rapide (43 kVA)	Transformateur 	100 mètres	200 €	20.000 €	De 1.600 € à 10.000 € (moyenne de 4.500 €) pour le 22 kVA / 20.000 € pour le 43 kVA

NB. Les hypothèses moyennes de distances et les coûts du mètre linéaire peuvent varier fortement suivant le type de projet (zone urbaine ou rurale / VRD espace vert, trottoir ou chaussée, etc.) et du prestataire.

- (1) Incluant la tranchée / le raccordement après PDL (la distance de 100 m pour le transformateur est un hypothèse basse dans la mesure où on estime qu'il existe 1 transformateur tous les 500 mètres en moyenne en zone urbaine).
- (2) Moyenne suivant notre répartition de configurations de station : 25% à 2 PDC, 50% à 6 PDC et 25% à 12 PDC. Coût totaux amortis sur 20 ans.

Coût de souscription de puissance supplémentaire

	Nombre de point de charge	Puissance appelée	Puissance souscrite	Coût moyen par point de charge ⁽¹⁾
Charge normale (3kVA)	De 2 à 12	De 6 à 36 kVA	Tarif Bleu	De 30 € à 47 €
Charge accélérée (22 kVA)	De 2 à 12	De 36 kVA à 144 kVA	Tarif Jaune	De 473 € à 510 € ⁽²⁾
Charge rapide (43 kVA)	1	> 43 kVA	Tarif Jaune	995 €

(1) Suivant notre répartition de configurations de station : 25% à 2 PDC, 50% à 6 PDC et 25% à 12 PDC.

(2) Coût tarif jaune : ~23 € / kVA par an. Nous considérons pour les stations de charge accélérée de configuration supérieure ou égale à 6 PDC que la puissance souscrite permet de faire fonctionner 50% des points de charge à 22 kVA en même temps (i.e. taux de foisonnement de 50%).

Estimation par ERDF des coûts de raccordement moyens et renforcements réseaux

Coûts de raccordement et renforcement de réseaux

Coût total chiffré pour des réseaux urbains

Coût moyen par point de charge en € HT (le coût effectif est variable selon le cas) pour des raccordements en basse tension.

Configuration et Puissance/PdC	Tarif de raccordement pour le demandeur	Part de raccordement payée par le GRD	Coût de renforcement payé par GRD	Coût pour le GRD	Coût total
2 PdC 3kVA	527	351	436	787	1313
6 PdC 3kVA	184	123	436	558	742
12 PdC 3kVA	94	63	436	498	592
2 PdC 22kVA	2234	1490	3485	4974	7209
6 PdC 22kVA	802	534	2525	3059	3861
12 PdC 22kVA	401	267	2525	2792	3193
12 PdC 22kVA Ps réduite de 50%	401	267	1894	2161	2562



Prix communiqués par le Gimelec (13/09/2010)

Document Gimelec

Prix infrastructure de charge VE, par point de charge disponible

Type de charge	Prix > 2014	Prix moyen 2011-2014
Charge normale	<u>Point de charge 3.7 kW</u> En voirie 1500 € à 3500 € En parking 1000 € à 2500 €	3000 2200
	<u>Point de charge 23 kW</u> + 500 € par rapport à 3kW	500
Charge rapide	<u>Point de charge 43 kW AC</u> 4000 à 8000 €	5000
	<u>Point de charge 50 kW DC</u> 15 000 à 30 000 €	25000
	<u>Solution mixte : AC et DC</u> 20 000 à 35 000 €	30000

Evaluation des modèles économiques

Evaluation qualitative des modèles

Critères de l'évaluation

L'évaluation a été menée au travers de la batterie de critères suivants :

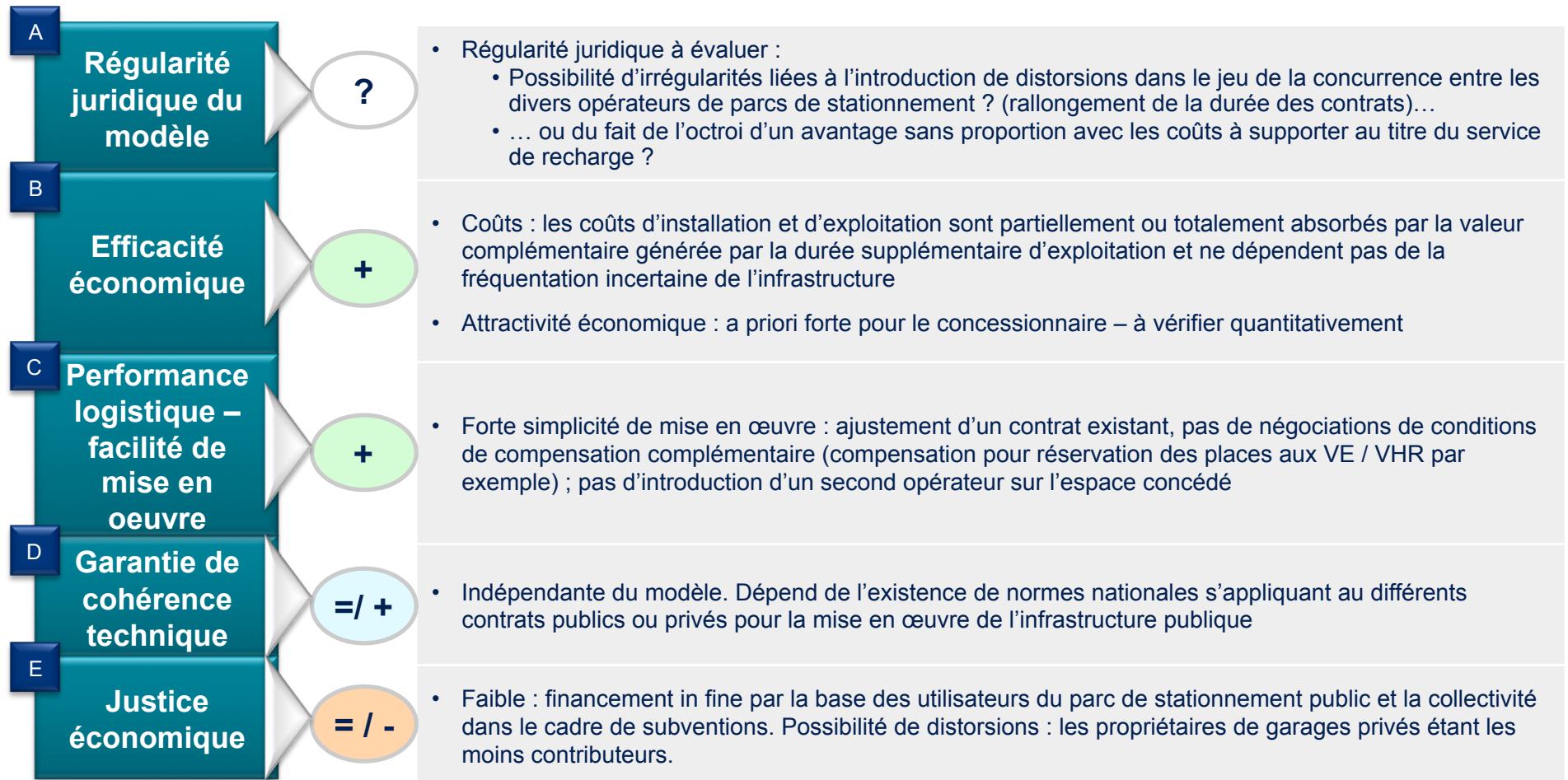
A	Régularité juridique du modèle	<ul style="list-style-type: none">• Conformité ou compatibilité du modèle avec les différents principes du droit de la commande publique et de la concurrence
B	Efficacité économique	<ul style="list-style-type: none">• Capacité du modèle à assurer une minimisation des coûts complets du projet d'infrastructure de charge, pour le client final et / ou la collectivité• Capacité du modèle à assurer une attractivité économique suffisante pour garantir un positionnement des opérateurs et équipementiers privés
C	Performance logistique – facilité de mise en oeuvre	<ul style="list-style-type: none">• Capacité du modèle à assurer une mise en place en temps et en heure de l'infrastructure de charge, pour éviter un retard de déploiement / décalage avec les programmes de commercialisation des véhicules
D	Garantie de cohérence technique	<ul style="list-style-type: none">• Capacité du modèle à assurer une cohérence du réseau d'infrastructure sur le territoire, garant de l'interopérabilité : cohérence des normes techniques et monétiques, cohérence de l'architecture du réseau
E	Justice économique	<ul style="list-style-type: none">• Capacité du modèle à faire reposer le financement du service sur les usagers finaux et / ou les principaux producteurs d'externalités négatives / bénéficiaires d'externalités positives

*Nous ne considérons pas de critères de performance environnementale pour l'évaluation de ces modèles, celle-ci touchant plutôt à la question de la structure du réseau d'infrastructure (part de charge rapide et semi-rapide dans le réseau d'infra., gestion des pics)

1

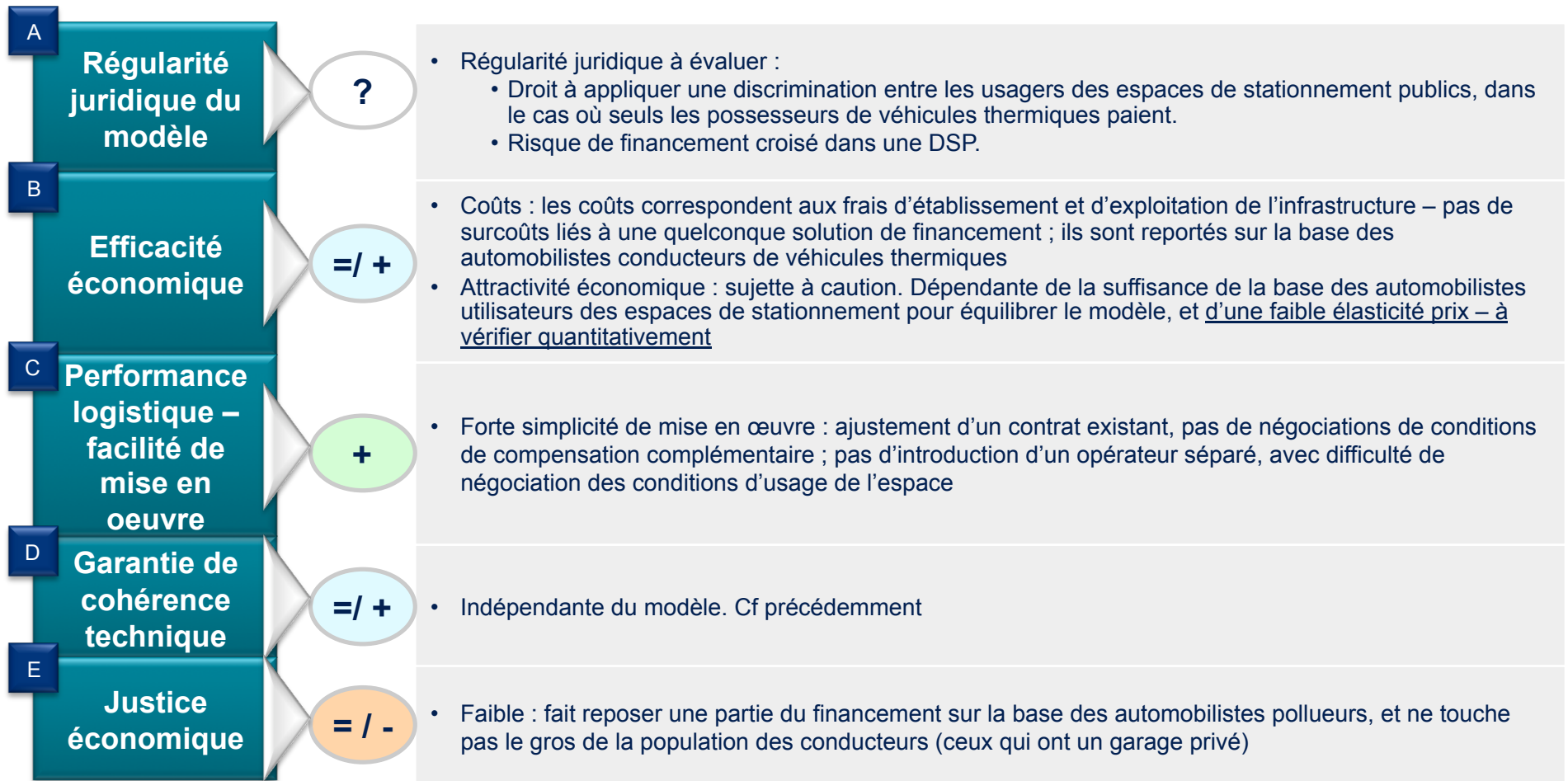
Evaluation qualitative des modèles - Domaine public avec concessionnaire – Modèle avec rémunération par l'octroi de compensations sur la DSP existante (allongement du contrat)

Un modèle efficace et peu douloureux dans la mesure où il n'impliquerait pas la création de contribution complémentaire. Une régularité juridique à vérifier toutefois



Evaluation qualitative des modèles - Domaine public avec concessionnaire –Rémunération par l'augmentation des tarifs du stationnement pour les véhicules thermiques

Un modèle plus incertain quant à son efficacité économique et qui risque de faire reposer le financement d'une part substantielle du service sur une petite base de conducteurs



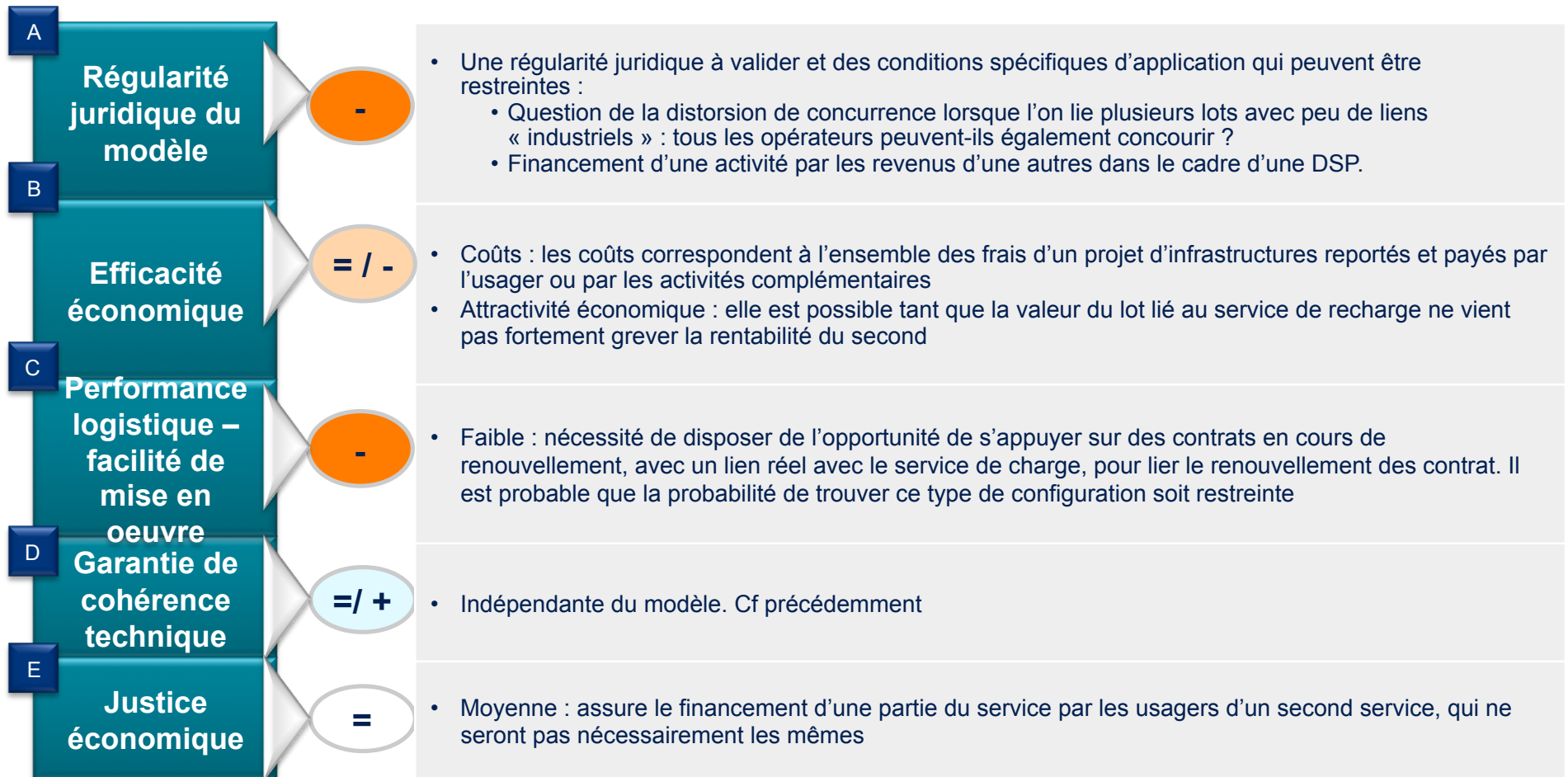
Evaluation qualitative des modèles – domaine public en régie directe ou sous concession : DSP avec rémunération directe par les prix – possibilité de subventions d'investissement et / ou d'exploitation

Un modèle dont l'efficacité économique n'est pas avérée pour le démarrage du marché, et est peu à même de garantir le déploiement des infrastructures

A	Régularité juridique du modèle	+	<ul style="list-style-type: none"> Régularité assurée tant que l'appui des subventions à l'équilibrage de l'ensemble du modèle ne constitue pas une part substantielle des revenus – l'opérateur doit porter le risque économique
B	Efficacité économique	-	<ul style="list-style-type: none"> Attractivité économique : fortement sujette à caution. L'opérateur économique porte le risque de fréquentation dans le cadre d'un marché émergent sans benchmark antérieur – difficulté de prévoir la fréquentation ; par ailleurs la capacité à se rémunérer de façon substantielle par les prix n'est pas avérée pour le démarrage du marché, sans grever l'économie du véhicule rechargeable
C	Performance logistique – facilité de mise en oeuvre	=/+	<ul style="list-style-type: none"> Contrat administratif intégré installation + exploitation ; conditions de publicité et de mise en concurrence restreintes par rapport à un marché public, ce qui en accroît la vitesse de mise en oeuvre Un risque potentiel de longueur dans le calibrage des niveaux de subventions nécessaires pour couvrir des risques peu connus encore aujourd'hui
D	Garantie de cohérence technique	=/+	<ul style="list-style-type: none"> Indépendante du modèle. Cf précédemment
E	Justice économique	=	<ul style="list-style-type: none"> Moyenne : fait reposer le financement du service de façon substantielle sur les usagers, mais aussi sur les contribuables de façon plus indifférente

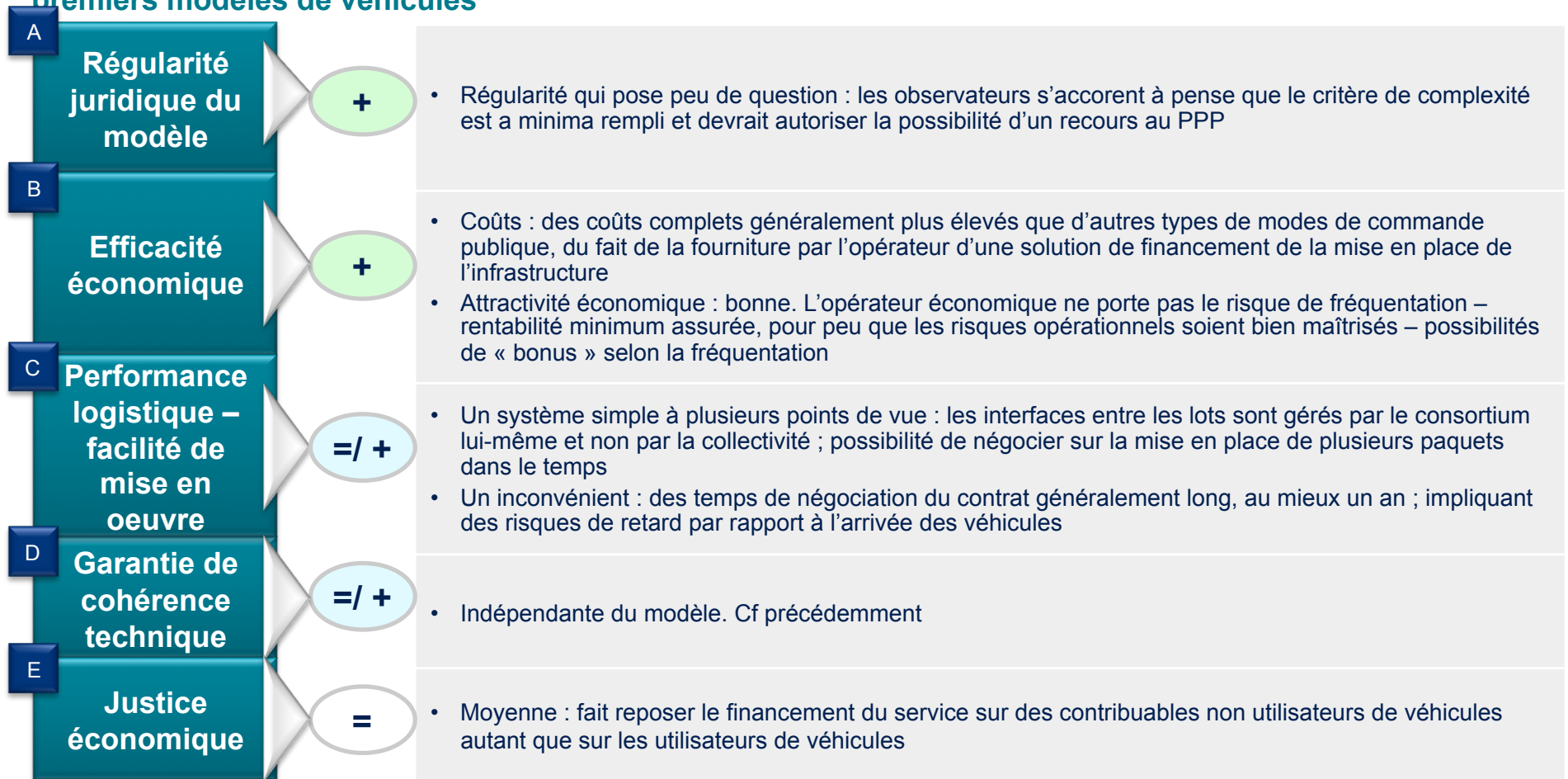
Evaluation qualitative des modèles – domaine public en régie directe ou sous concession : DSP avec rémunération directe par les prix et revenus complémentaires issus de l'octroi d'un marché complémentaire

Un modèle dont la faisabilité de mise en œuvre est probablement restreinte, puisqu'il implique d'identifier un marché présentant des liens avec la recharge électrique, dont le renouvellement ou la création soit concomitante de celle du service de recharge électrique



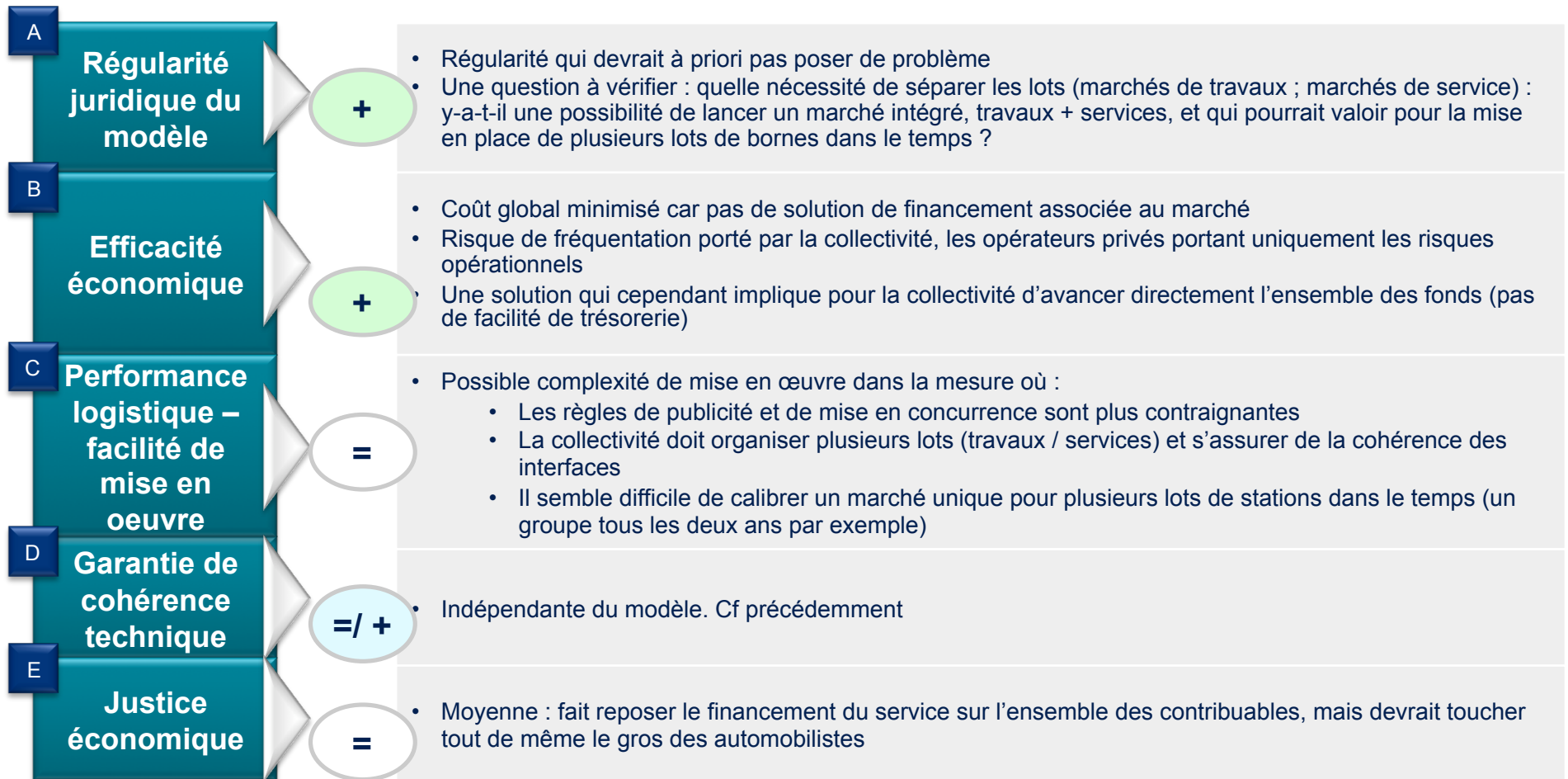
Evaluation qualitative des modèles – domaine public en régie directe ou sous concession : contrat de partenariat, avec loyer révisable par période de temps, et possible retour sur investissement pour la collectivité

Un modèle efficace sur le plan économique et flexible dans le temps, dont la principale limite est le temps nécessaire à sa mise en place (entre 1 et 2 ans selon les cas), versus l'arrivée des premiers modèles de véhicules



Evaluation qualitative des modèles – domaine public en régie directe ou sous concession : marchés publics de construction, puis de services (entretien-maintenance)

Un modèle qui devrait être suffisamment attractif pour assurer un positionnement des opérateurs, mais en revanche complexe dans sa mise en œuvre pour la collectivité qui gère l'ensemble des interfaces entre les lots



Evaluation qualitative des modèles – cas des espaces privés « ouverts » : l'opération économique par le propriétaire de l'espace, comme complément à son offre

Un modèle économique qui ne pose pas de problème sur sa régularité ou facilité de mise en place, mais semble peu à même d'être le modèle de base pour garantir l'émergence de l'infrastructure sur espace privé (forte incertitude sur le business case)

A	Régularité juridique du modèle	+	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'obstacle identifié.
B	Efficacité économique	-	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité économique incertaine : s'agissant d'un service qui n'existe pas encore, pour un marché dont on ne connaît pas encore les volumes réels, la capacité à prévoir l'intérêt pour le propriétaire de l'espace à offrir un tel service est très faible • L'efficacité de ce modèle à mettre en place une infrastructure de charge ouverte au publique dans les espaces privés nous semble donc sujette à caution
C	Performance logistique – facilité de mise en oeuvre	+	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de difficulté identifiée
D	Garantie de cohérence technique	= / +	<ul style="list-style-type: none"> • Indépendante du modèle. cf précédemment
E	Justice économique	=	<ul style="list-style-type: none"> • N/A

Evaluation qualitative des modèles – cas des espaces privés « ouverts » : cas de l'opération directe par un opérateur séparé, avec appui public éventuel (à définir)

Un modèle qui devrait être efficace et garantir la mise en place du service, le mode d'incitation le plus pertinent étant à identifier pour les espaces privés hors sous-concession / AOT



Evaluation qualitative des modèles – cas des espaces privés « ouverts » : contrat administratif ad hoc avec servitude.

Un modèle efficace sur le plan économique mais peu acceptable sur la plan politique

A	Régularité juridique du modèle	=	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'obstacle identifié. Une limite forte concernant l'acceptabilité de la mise en œuvre.
B	Efficacité économique	+	<ul style="list-style-type: none"> • Assez bonne dans la mesure où la mise en place d'un contrat administratif autorise l'autorité publique à recourir à un mode de commande publique pour la mise en place du service, et donc à une rémunération indépendante de la fréquentation
C	Performance logistique – facilité de mise en oeuvre	=	<ul style="list-style-type: none"> • Moyenne : Difficulté et longueur de la procédure
D	Garantie de cohérence technique	= / +	<ul style="list-style-type: none"> • Indépendante du modèle. Cf précédemment
E	Justice économique	=	<ul style="list-style-type: none"> • Moyenne : dépend du mode de pricing mis en place par l'autorité organisatrice du service

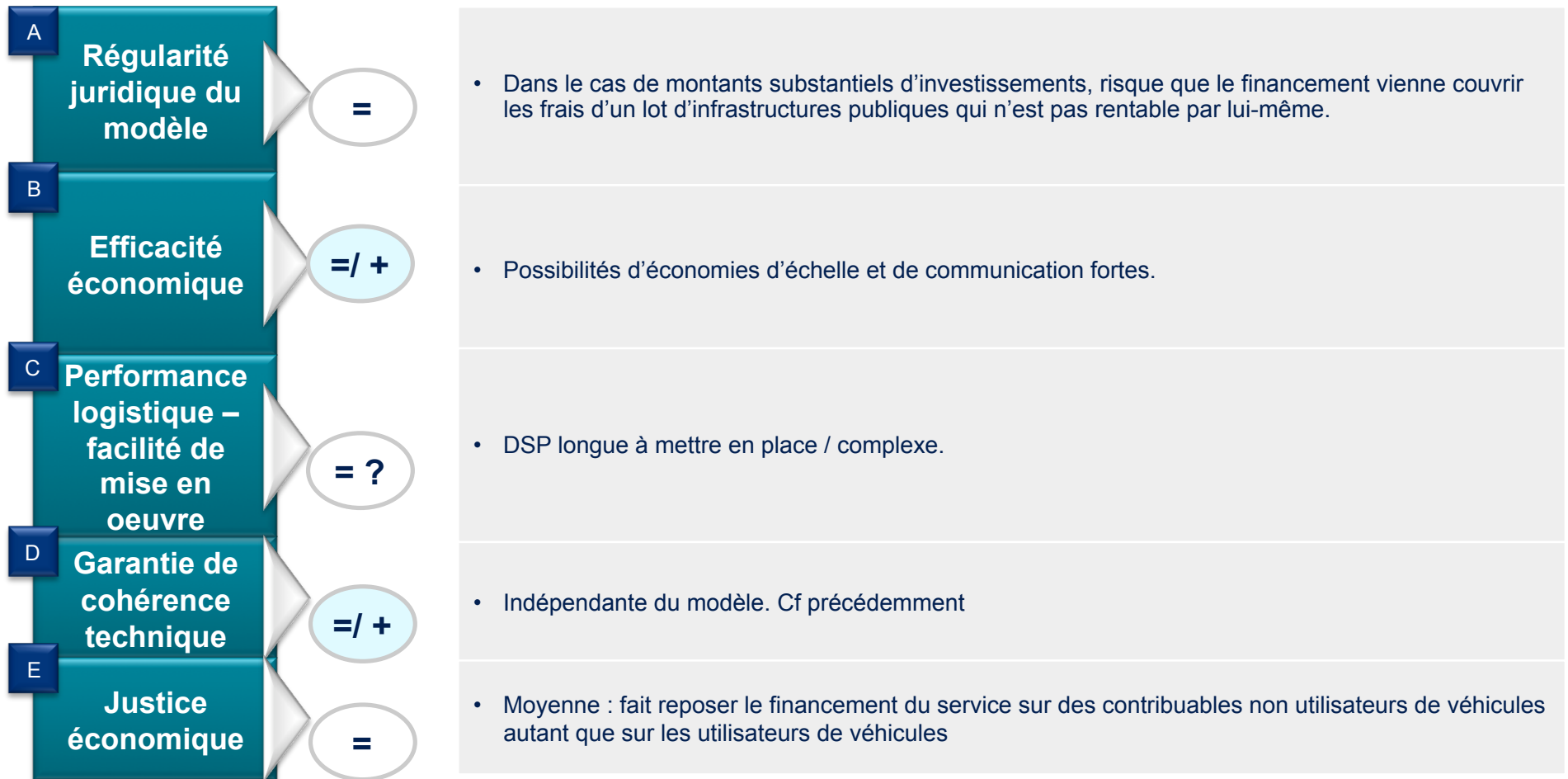
Evaluation qualitative des modèles – domaine public ou privé – Cas de la création d'une SPL

Modèle efficace d'un point de vue économique permettant le regroupement de plusieurs collectivités et leur autorisant un retour sur investissement de l'exploitation, via une remontée de dividendes. Pour autant, la SPL ne dispense pas les collectivités de recourir aux contrats administratifs (PPP) pour l'allocation des marchés.

A	Régularité juridique du modèle	+	<ul style="list-style-type: none"> Pas d'obstacle identifié.
B	Efficacité économique	+	<ul style="list-style-type: none"> La création d'une SPL ne supprime pas l'obligation de la personne morale à avoir recours à des contrats administratifs pour équiper les places de stationnement en PDC. Son efficacité économique est par conséquent identique à celle d'un PPP, si le contrat de partenariat est effectivement le schéma retenu.
C	Performance logistique – facilité de mise en oeuvre	= / +	<ul style="list-style-type: none"> Voir les contrat de partenariat.
D	Garantie de cohérence technique	= / +	<ul style="list-style-type: none"> Indépendante du modèle. Cf précédemment
E	Justice économique	=	<ul style="list-style-type: none"> Moyenne : fait reposer le financement du service sur des contribuables non utilisateurs de véhicules autant que sur les utilisateurs de véhicules

Evaluation qualitative des modèles – cas du déploiement de l'infrastructure de recharge dans le cadre d'un projet d'Auto partage

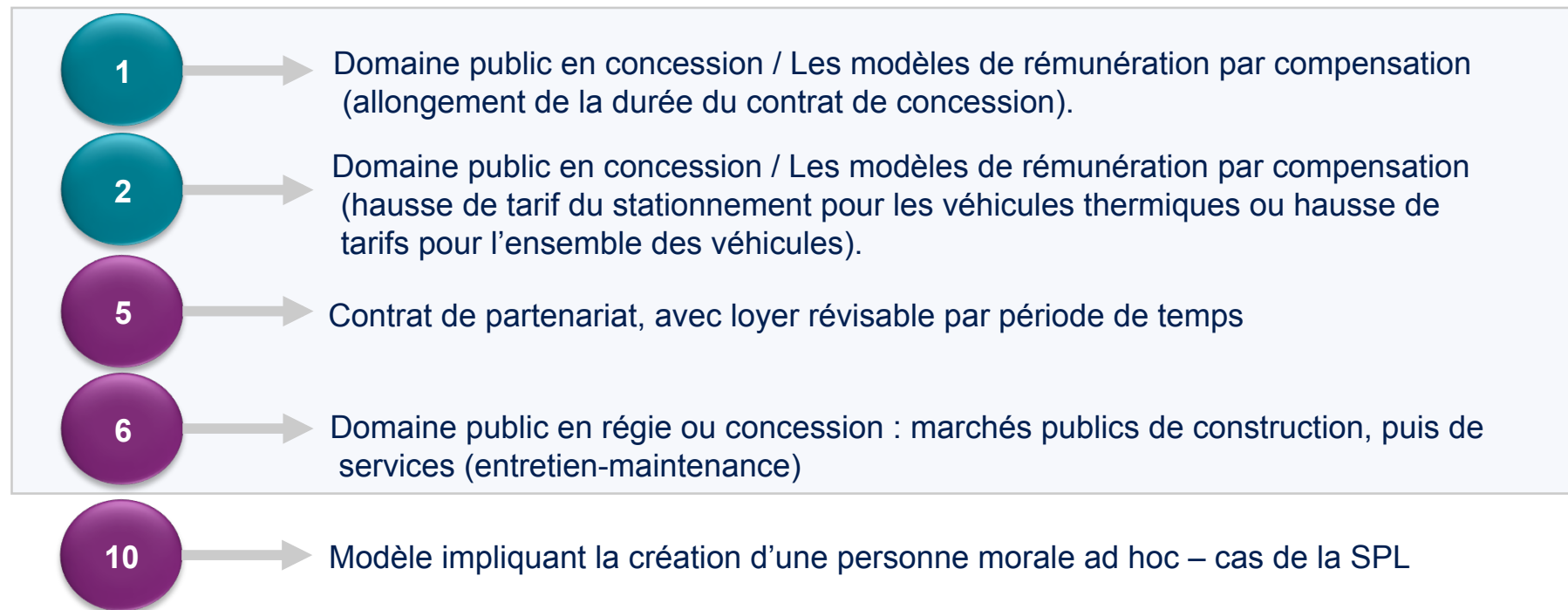
Modèle efficace pour des volumes de points de recharge limité cependant. Dans le cas de volumes importants, le déploiement de l'infrastructure de recharge est un marché séparé pour éviter tout risque de financement croisé entre les lots.



Plans d'affaires pour les principaux modèles économiques

Les plans d'affaires détaillés par modèle économique

5 plans d'affaires ont été étudiés en détail, selon le modèle économique considéré, dont 4 sont finalisés :



Détaillés dans le cadre de ce document

1
2

Résultats préliminaires – financement dans le cas du domaine public sous concession : le modèle par compensation via allongement de la durée de la concession ou augmentation des tarifs du stationnement

Pour une nouvelle concession débutant en 2010, les coûts relatifs au déploiement de l'infrastructure de charge + le manque à gagner peuvent être compensés soit par une hausse des tarifs de 1,5%, soit par un allongement de 13,5 mois de la durée de la concession.

2 types de rémunérations retenues pour compenser le manque à gagner lié à la diminution des places de stationnement traditionnelles et l'engagement de frais liés au déploiement des bornes

Allongement de la durée du contrat de concession

- Signature d'un avenant au contrat de concession pour en étendre la durée de quelques mois
- Maintien des conditions tarifaires en cours

Hausse des tarifs

- Hausse des tarifs appliquée aux places de stationnement 'traditionnelles' uniquement
- A partir de l'année de date d'installation des bornes de charge

Résultats	
Date de début de la concession	
2000	2010
4,4 mois	13,5 mois
1,8 %	1,5%

Pour les bornes déployées en 2011 et 2014 uniquement

- Principales hypothèses :**
- Nombre de places : 1000 dont 50% en parking et 50% en voirie.
 - Contrat de concession d'une durée de 20 ans;
 - Tarification horaire : 1,7 € / h en parking et 2 € /h en voirie;
 - Coûts d'exploitation (OPEX) = entre 250 et 500 € par an par place / Coûts d'investissement de 12 k€ à 15 k€ par place.
 - Flux d'installation des bornes = Conforme au plan de déploiement sur l'Agglomération de Rouen (pour les bornes déployées en 2011 et 2014 uniquement).
 - Taux d'occupation des bornes sur l'année : identique pour les VE et VHR (25% en parking et 7% en voirie)
 - Rappel : l'augmentation des prix pour financement n'est appliqué qu'aux véhicules thermiques suivant la logique pollueur payeur.

5

Domaine public en régie ou concession : contrat de partenariat, avec loyer révisable par période de temps – Présentation de l'approche générale et des résultats

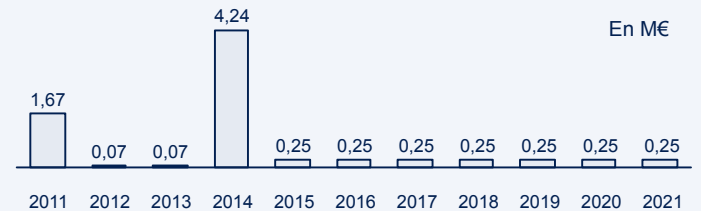
Une approche en deux étapes afin de qualifier le loyer annuel devant être versé par la collectivité à l'opérateur dans le cadre d'un contrat de partenariat.

1

Définition des flux de décaissement supportés par l'opérateur pour les bornes déployées d'ici 2015 uniquement⁽¹⁾

- Les flux de décaissement cumulés sont de l'ordre de **7,8M€** entre 2011 et 2014 pour les **810 bornes** (hors parking privé) devant être déployées dans le domaine public (dont 5,6 M€ de frais d'investissement).

Flux de décaissement pour ~800 bornes déployées en 2011 et 2014



Pour les bornes déployées en 2011 et 2014 uniquement

2

Calcul du loyer annuel que la Collectivité doit verser à l'opérateur dans le cadre du contrat de partenariat

- En faisant l'hypothèse d'un loyer constant versé par la collectivité à l'opérateur durant la durée du contrat de partenariat (de 2011 à 2021), nous obtenons **environ 900 k€ par an** afin de pouvoir atteindre l'équilibre économique, soit un total cumulé de 10M€ sur 11 ans.

Loyer de 900 k€ / an de 2011 à 2021 au total.

(1) Comprend uniquement les 810 bornes déployées dans le domaine public (charge normale, accélérée et rapide).

NB. Aucun revenu perçu auprès du client final n'est considéré dans ces calculs. WACC nominal après impôts : 10% + objectif de rentabilité supérieure pour VAN > 0

6

NB. Dans le cadre d'un marché public, les flux de décaissements par an pour la Collectivité sont équivalents aux 'frais d'investissement + frais opérationnels' liés au projet (Cf. graphe ci-dessus). Ces flux correspondent aux revenus perçus par l'opérateur, qui subit de légers décalages de trésorerie - de quelques mois - liés aux échéances différentes entre les revenus versées par la Collectivité et les coûts associés aux prestations

- a. Caractéristiques des véhicules rechargeables devant être commercialisés d'ici 2013**

- b. Contribution du GIMELEC au Livre Vert**

- c. Cartographie de l'AFNOR**

- d. Contribution d'ERDF au Livre Vert**

- e. Réglementation, normes et standards – évaluation de la conformité**

- f. Document de synthèse de l'étude CVA sur les modèles économiques de l'infrastructure de charge ouverte au public**

- g. Plan national véhicules "décarbonés" du 1^{er} octobre 2009**



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

DOSSIER DE PRESSE

**Lancement du plan national pour
le développement des véhicules
électriques et hybrides
rechargeables**

1^{er} octobre 2009

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

www.developpement-durable.gouv.fr

Sommaire

Lancement du plan national pour le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables

14 actions concrètes

Un modèle économique en pleine mutation

Créer l'équipe de France de la voiture écologique

- Renforcer les moyens de recherche et développement pour expérimenter et concevoir une mobilité durable
- Participer à l'émergence d'une filière française offensive
- Quand arriveront les premiers véhicules ?

Rouler partout et tout le temps : accompagner et anticiper l'utilisation des voitures

- Développer les infrastructures au domicile et au travail
- Aménager les infrastructures publiques

Respecter l'environnement

- Anticiper les enjeux environnementaux

Lancement du plan national pour le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables

14 actions concrètes

Un modèle économique en pleine mutation

En 2030, le secteur de l'automobile aura profondément changé par rapport à celui que nous connaissons depuis le début du 20^{ème} siècle : les véhicules thermiques, quoiqu'encore nombreux, utiliseront très peu de pétrole, et pourraient même être restreints dans les centres des grandes métropoles en raison de leurs nuisances locales (pollution, bruit). Parallèlement, le modèle économique du secteur sera bouleversé par la disparition progressive du lien de propriété entre utilisateur et véhicule : la location et l'auto-partage pourrait devenir plus usuel.

Cette évolution est rendue inéluctable par trois facteurs majeurs :

- **la crise énergétique** : la dépendance du transport au pétrole (50% de la facture pétrolière de la France) pose des problèmes économiques (déficit commercial) et géopolitiques (risques sur les approvisionnements pétroliers) qui ne feront que croître ;
- **la crise environnementale** : le secteur des transports est un des principaux contributeur en termes d'émissions de CO₂ ; il représente le quart de nos émissions, en accroissement de 22% depuis 1990 ;
- **la crise du modèle économique actuel du secteur** : celui-ci repose sur un renouvellement rapide des véhicules, dont l'utilité est remise en cause par les clients aujourd'hui en période de crise, et demain pour des raisons écologiques ; la location permet de remplacer des revenus ponctuels par un revenu régulier et de rentrer dans une économie de fonctionnalité.

Le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables constituera donc une double opportunité : il contribuera tout autant à la lutte contre le changement climatique qu'à la restructuration d'un secteur aujourd'hui en crise.

Réduite jusqu'alors à des « marchés de niche », la filière des véhicules décarbonés est en train de changer d'échelle. De nombreux lancements sont prévus dès 2010-2012 par les grands constructeurs. A horizon 2025, **les véhicules décarbonés devraient représenter 27% du marché**, avec un marché européen estimé entre 50 et 90 milliards d'euros.

Le développement des véhicules propres permettra d'accélérer la croissance verte dont les fondements ont été posés par le Grenelle Environnement : une croissance durable et génératrice d'emplois.

Le développement des véhicules décarbonés devrait générer en France une activité économique de 15 Mds€ à horizon 2030 et contribuer au maintien de l'emploi dans la filière automobile. En outre cela permettra une réduction des importations de pétrole d'environ 4 Mtep et une réduction des émissions de CO₂ d'environ 17,5 Millions de tonnes à horizon 2020, ce qui représente une réduction de 3% de nos émissions de CO₂ par rapport à 2007 (soit le quart de l'engagement de la France en termes de réduction d'émissions de CO₂ par les secteurs non soumis aux quotas de CO₂).

Créer « l'équipe de France de la voiture écologique »

La mutation du secteur automobile, industrie traditionnelle française, appelle une action résolue et coordonnée en faveur du développement des véhicules écologiques : c'est un volet majeur de la croissance verte de demain.

➤ Renforcer les moyens de recherche et développement pour expérimenter et concevoir une mobilité durable

Ce qui a déjà été fait depuis le Grenelle Environnement

L'ADEME a lancé deux appels à projets sur le véhicule électrique :

- le premier, lancé fin 2008, a permis de retenir 11 projets innovants pour 56,9 M€ :
 - 5 projets de voitures électriques en rupture ;
 - une expérimentation de flotte de véhicules hybrides rechargeables ;
 - trois projets de bus électriques et véhicules lourds ;
 - deux projets de petits véhicules urbains (quadricycles).

- un second appel à projet, doté de 50 M€, a donné lieu en juin au dépôt de 30 nouveaux dossiers, parmi lesquels l'ADEME sélectionnera de premiers projets en décembre 2009.

S'agissant des batteries notamment, l'**Institut national pour l'énergie solaire (INES)** a regroupé 150 chercheurs (250 d'ici 2011), venus de toute la France, sur le site de Chambéry.

Créé en 2006 à l'initiative des pouvoirs publics avec des équipes du CEA, du CNRS, de l'université de Savoie et du CSTB, l'INES est aujourd'hui le centre d'excellence français dans la recherche solaire au niveau national et international. L'INES figure parmi les 3 ou 4 pôles de recherche les plus importants au monde. Son investissement s'élevait, fin 2008, à 75 millions d'euros.

En tenant compte du calendrier prévisionnel d'arrivée à maturité des technologies, une stratégie a été définie pour des axes de R&D à inscrire dans le cadre existant des plateformes technologiques et des pôles de compétitivité.

1. Lancer dès 2010 des démonstrateurs d'infrastructures de charge

L'ADEME lancera début 2010 un nouvel appel à projets « infrastructures de charges », pour soutenir les démonstrateurs et expérimentations combinant infrastructures, usages et territoires ciblés, et pour valider le fonctionnement de l'écosystème des véhicules rechargeables.

Le fonds démonstrateur de l'ADEME sera ainsi doté d'un complément de 70 millions d'euros.

2. Intégrer les véhicules décarbonés dans les nouvelles solutions de mobilité

La réduction de nos émissions de CO2 nécessite d'inventer de nouvelles solutions de mobilité au sein desquelles le véhicule électrique ou hybride rechargeable tient une place

importante. Dans cette perspective, l'ADEME établira début 2010 une feuille de route spécifique pour de nouvelles solutions de mobilité, traitant des évolutions du transport des personnes ou de marchandises, tant sur les plans technologiques (nouveaux véhicules, diffusion des énergies renouvelables, de la traction électrique etc.) qu'organisationnel (nouveau service type Vélib, Autopartage, Covoiturage ...).

L'agence lancera ensuite un nouvel appel à projets « mobilité », doté de 25M€ d'euros.

➤ Participer à l'émergence d'une filière française offensive

Ce qui a déjà été fait depuis le Grenelle Environnement

A la demande du Ministre d'Etat, le Président de la Poste, Jean-Paul Bailly a conduit avec des grands donneurs d'ordre publics et privés un travail pour coordonner une commande publique d'achat de véhicules électriques.

Par ailleurs, la création du bonus/malus automobile a eu un effet majeur sur les comportements d'achat de véhicules (+70% pour les véhicules bonussés en 18 mois, réduction d'un gramme par mois des émissions moyennes des véhicules vendus, contre un gramme par an auparavant), mettant en lumière l'attente très forte des Français pour des véhicules écologiques. **Le marché existe donc pour des véhicules écologiques.**

Enfin, dans le cadre du **Pacte automobile**, 250 M€ de prêts bonifiés ont été ouverts par l'Etat afin de favoriser l'industrialisation des véhicules décarbonés.

3. Créer une filière batterie

Renault créera une usine de batteries à Flins, en partenariat avec le CEA, pour un investissement de 625 M€

Ce site pourra produire plus de 100.000 batteries par an, démultipliant les capacités de production française.

Une participation du Fonds Stratégique d'Investissement à hauteur de 125 M€ est en cours de finalisation.

Bolloré, Saft et Dassault conduisent également des projets parallèles.

4. Achat des premiers véhicules : 100 000 d'ici 2015 - déjà 50 000 identifiés

Grâce à l'animation de Jean-Paul Bailly, Président de la Poste, un groupe de grandes entreprises, d'associations de collectivités et de représentants de l'Etat ont établi un cahier des charges orienté usages, en vue du lancement fin 2009 d'appels d'offre privés et publics pour des véhicules électriques d'une autonomie d'au moins 150 km.

Les appels d'offres publics et privés sur les achats groupés permettront de constituer un marché de flottes de 100 000 véhicules d'ici 2015.

Le cercle des participants actuels¹ de **la démarche a identifié un marché de 50 000 véhicules électriques** et se sont engagés à les acquérir pour la période de 5 ans

¹ (ADP, Air France, AREVA, Bouygues, Darty, EDF, Eiffage, France Telecom, GDF Suez, La Poste, RATP, SNCF, SPIE, UGAP, VEOLIA, VINCI, et les associations de collectivités représentées par l'Association des Communautés Urbaines de France et de l'Association des Régions de France)

correspondant au rythme de renouvellement habituel des flottes de véhicules, sous condition de l'accessibilité économique, de la présence d'infrastructures de recharge et de réseaux de maintenance, et d'une normalisation suffisante.

Le processus d'achat va maintenant pouvoir s'ouvrir à d'autres entreprises, pour de plus petites flottes, afin d'obtenir de nouveaux engagements pour 50 000 véhicules supplémentaires d'ici le lancement de l'appel d'offre.

5. Confirmation du super-bonus de 5 000 euros pour l'achat de véhicules jusqu'en 2012

Le dispositif existant accorde une aide de 5 000 € à toute personne qui acquiert un véhicule (appartenant à la catégorie d'homologation des voitures particulières ou des camionnettes) dont les émissions de CO₂ sont inférieures ou égales à 60 g/km.²

Les hybrides dont les émissions de CO₂ sont inférieures ou égales à 135 g peuvent bénéficier d'un bonus de 2 000 €, comme les véhicules au GPL ou au gaz naturel de ville.

➤ Quand arriveront les premiers véhicules ?

Aujourd'hui les constructeurs nationaux, comme leurs concurrents étrangers, prévoient le lancement des **premiers véhicules électriques fin 2010**, et des premiers véhicules hybrides rechargeables à partir de fin 2012.

- RENAULT a annoncé 4 modèles de véhicules électriques (avec une Kangoo électrique en France et une Mégane en 2011, puis une voiture de type Clio en 2012).
- PSA commercialisera fin 2010 un petit véhicule électrique Peugeot-ION, développé avec le japonais Mitsubishi, puis un autre sous la marque Citroën, et un utilitaire léger développé en partenariat avec Venturi. Peugeot prévoit le lancement d'un véhicule hybride rechargeable français dès 2012.
- La commercialisation de la Friendly par HEULIEZ est également prévue en 2010.
- Enfin, le groupe BOLLORÉ a annoncé la commercialisation en 2010 de la « BLUE CAR », développée par Pininfarina, et utilisant une technologie française de batteries au Lithium Métal Polymère. L'usine de production des batteries a été inaugurée le 24 septembre 2009 près de Quimper, en présence de Jean-Louis Borloo.
- Dans le domaine des plus petits véhicules à deux, trois ou quatre roues, de nombreux autres véhicules sont en préparation, chez LIGIER, AIXAM, LUMENEO...
- Des véhicules lourds sont également prévus, notamment chez GRUAU et PVI.

Les autres constructeurs européens prévoient aussi des véhicules dans le même calendrier. Le groupe BMW a choisi la France pour une nouvelle expérimentation de sa voiture Mini électrique, et DAIMLER produira en France les premières séries de sa Smart électrique.

² L'aide accordée ne peut pas excéder 20 % du coût d'acquisition toutes taxes comprises du véhicule augmenté du coût des batteries si celles-ci sont prises en location

Rouler partout et tout le temps : accompagner et anticiper l'utilisation des voitures

Ce qui a déjà été fait depuis le Grenelle Environnement

S'agissant des infrastructures de recharge, les groupes lancés par Chantal JOUANNO et Luc CHATEL le 17 février 2009 pour l'élaboration d'une **stratégie nationale de déploiement des infrastructures de recharge** nécessaires pour les véhicules électriques ou hybrides rechargeables ont rendu un rapport. Cette stratégie a pour but d'accélérer et coordonner la mise en place des infrastructures de charge, c'est-à-dire des bornes de recharge, des bornes de recharge rapide, voire de stations d'échange de batteries.

4 sous-groupes ont été créés pour :

1. Etudier les modèles économiques possibles (pilotage Caisse des Dépôts)
2. Identifier et inciter à la réalisation de nombreuses expérimentations (Poste)
3. Définir une stratégie en matière de normalisation et de standardisation (EDF)
4. Intégrer dans la loi Grenelle 2 les textes législatifs et réglementaires nécessaires ou de nature à favoriser le développement de cette infrastructure.

➤ Développer les infrastructures au domicile et au travail

6. Une prise standard pour charger son véhicule suffit. Aucun changement n'est nécessaire au domicile.

L'exigence minimale est d'avoir une prise dédiée à la recharge du véhicule et sécurisée. Les véhicules embarqueront leur chargeur jusqu'aux puissances moyennes.

7. Dès 2012 les constructions d'immeubles (bureaux et habitations) avec parking intégreront obligatoirement des prises de recharge.

Plusieurs dispositions proposées par le groupe de travail sur les infrastructures ont été transcrites dans un amendement gouvernemental à la loi Grenelle 2, actuellement en débat en première lecture au Sénat. L'amendement a été voté à l'unanimité par les sénateurs le 28 septembre 2009.

8. Dans les copropriétés, la création d'un « droit à la prise » facilitera les travaux nécessaires

Le statut de la copropriété des immeubles bâtis évoluera pour faciliter la présentation de devis d'équipement de recharge à l'assemblée des copropriétaires. De plus, un « droit à la prise » sera instauré pour les locataires. Le locataire disposera ainsi d'un droit d'installation à ses frais des équipements de recharge du véhicule électrique. Ces travaux devront être encadrés par une convention entre le prestataire et le propriétaire ou le syndic.

9. Au travail, la création de prises sera également facilitée, et obligatoire dans les parkings des immeubles de bureaux d'ici 2015.

Le projet de loi Grenelle 2 propose que l'employeur puisse donner accès à ses salariés à une infrastructure de recharge sur le lieu de travail en tant qu'avantage social.

Par ailleurs, des équipements de recharge seront obligatoires au profit des salariés, dans les parkings des immeubles de travail, à l'horizon 2015.

➤ Aménager les infrastructures publiques

Les infrastructures publiques représenteront moins de 10% des prises nécessaires, l'essentiel des besoins de recharge étant assuré par les prises au domicile et au bureau. Elles seront néanmoins indispensables pour permettre aux véhicules électriques de parcourir des distances importantes en profitant de recharges fréquentes. L'utilisateur disposera ainsi de l'assurance de faire face aux imprévus.

Les véhicules électriques seront rechargés dans des situations très diverses et grâce à des installations de recharge très différentes. Ces installations devront permettre la charge de tous les véhicules du marché. Ce principe est décliné selon différents paliers de puissance en fonction des contraintes technologiques, aussi bien sur les réseaux électriques que sur les batteries et leurs chargeurs. Ces paliers autorisent un temps théorique de recharge complète de la batterie d'un véhicule 100% électrique allant d'environ 8 heures pour la charge lente à 10 minutes pour la charge rapide.

10. Normaliser une prise unique au niveau européen, quelle que soit la puissance de charge

Un accord exemplaire vient d'être trouvé par le groupe de travail franco-allemand sur les caractéristiques techniques d'une prise commune et unique.

Les discussions avec les autres Etats européens vont s'engager sur les bases des conclusions de ce groupe et seront présentées lors d'un Conseil des Ministres franco-allemands en décembre 2009, afin de tirer parti d'une meilleure coopération dans les forums techniques multilatéraux, tant à l'échelle européenne (réglementation) que mondiale (normalisation).

11. Les communes seront soutenues pour déployer les infrastructures de recharge publique

Les communes et leurs groupements sont les plus à même d'agir en zone urbaine, et d'inciter les acteurs économiques à s'inscrire dans cette dynamique, en s'appuyant sur le cadre juridique éprouvé des services publics locaux, de la commande publique et du libre choix du fournisseur d'énergie dans le cadre d'un service public de distribution électrique. Le projet de loi Grenelle 2 confirme cette compétence facultative dans le cadre d'un service global de mobilité. De même, le développement du véhicule décarboné est ajouté aux objectifs des plans de déplacements urbains.

L'appropriation des enjeux de mobilité et d'infrastructures de recharge par les collectivités nécessite un dialogue constant entre l'Etat, les décideurs publics et les acteurs privés. Pour une large diffusion des principes et des bonnes pratiques, des **assises nationales seront organisées fin 2009 à destination des collectivités territoriales sur la mobilité électrique et les infrastructures de charge**. Une nouvelle structure nationale d'appui méthodologique sera mise en place au sein d'un des centres techniques de l'équipement.

12. Organiser le déploiement opérationnel du réseau

S'agissant du déploiement des bornes, **une nouvelle filiale à 100% d'ERDF sera créée pour accompagner les communes et répondre aux appels d'offre éventuels**, en cas de délégation de l'installation de ces équipements.

La commission sur le grand emprunt est saisie de la proposition d'une mobilisation nationale de co-investissent à hauteur de 900M€, sur les 1,5 Milliard d'euros nécessaires pour les infrastructures publiques.

De plus, pour répondre aux augmentations locales de consommation d'électricité, le réseau électrique doit évoluer en amont des bornes. **Les investissements correspondants représentent d'ici 2015 un coût de 145 millions d'euros pour les entreprises de distribution d'électricité, financés par la péréquation du Tarifs d'Utilisation des Réseaux Publics d'Electricité (TURPE).**

Respecter l'environnement

➤ Anticiper les enjeux environnementaux

13. Assurer une production d'énergie non fossile pour les véhicules décarbonés

Il convient de s'assurer que l'électricité de recharge du véhicule soit produite au maximum à partir d'énergie non fossile, pour assurer un bilan écologique optimal aux véhicules décarbonés.

A cette fin, il est nécessaire de disposer de capacités de production d'électricité non carbonée suffisante et de se donner les moyens de gérer intelligemment la charge du véhicule : les compteurs intelligents et le dialogue entre le véhicule et sa borne de recharge offrent les solutions techniques à ces enjeux.

Un groupe de travail sur l'effacement de la pointe de production d'électricité est mis en place dans cette perspective.

14. Donner une seconde vie à la batterie et à ses éléments

La seconde vie de la batterie est un enjeu de recherche important en raison de son coût et de son impact écologique. Les constructeurs automobiles et les producteurs français de batterie s'engagent à prendre en compte, dès la conception des batteries, leur cycle de vie complet.

La seconde vie des batteries peut, par exemple, être utile pour le stockage d'énergie de source renouvelable ; elles seront ensuite recyclées. Plusieurs acteurs portent un vif intérêt au recyclage du Lithium.