



Feuille de route sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

Feuille de route sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables

Sommaire

> 1. Enjeux	4
> 2. Le champ de la feuille de route	7
> 3. Trois paramètres clés	8
> 4. Les visions prospectives	10
> 5. Les verrous	17
> 6. Les priorités de recherche	19
> 7. Les besoins de démonstrateurs de recherche	21
> 8. Eléments de références bibliographiques	23
> 9. Annexe : Comparaisons internationales	23

Liste des membres du groupe d'experts¹

Nature de l'organisme	Experts	Organismes d'appartenance
Entreprises publiques et privées	Christelle CHABREDIER Dominique FRANÇOIS Patrick GAGNOL	La Poste La Poste EDF
Organismes publics	Jean Louis LEGRAND Laëtitia TAZI Maxime PASQUIER Patrick COROLLER Régis LE BARS François MOISAN Michel GIORIA	Coordinateur interministériel pour les véhicules électriques ADEME ADEME ADEME ADEME ADEME ADEME

¹ - Le groupe d'experts a reçu l'appui d'un secrétariat technique composé de Laëtitia Tazi, Maxime Pasquier et Michel Gioria de l'ADEME.

Préambule

Le 17 février 2009, Luc CHATEL, secrétaire d'Etat chargé de l'Industrie et de la Consommation, porte-parole du Gouvernement, et Chantal JOUANNO, secrétaire d'Etat chargée de l'Ecologie, ont lancé un **groupe de travail** visant à élaborer une **stratégie nationale de développement des infrastructures de recharge** nécessaires à l'essor **des véhicules électriques et hybrides rechargeables, des véhicules rechargeables sur le réseau électrique.**

Ce groupe de travail, prévu dans le cadre du plan véhicules décarbonés (qui émettent le moins possible de CO₂) annoncé par le président de la République lors du dernier Mondial de l'automobile, réunit les constructeurs automobiles, les distributeurs d'énergie, les collectivités locales, les professionnels du bâtiment et les gestionnaires d'espaces publics.

Son objectif est d'élaborer un **plan de développement** des infrastructures de recharge en **expérimentant les différentes possibilités de localisation des stations de recharge**, que ce soit sur le lieu de travail, au domicile ou sur la voie publique ; ainsi que les **différentes technologies de recharge**, telles que les bornes de recharge lente, rapide ou les stations d'échange de batteries.

Ces travaux sont conduits sous la direction de Jean-Louis LEGRAND, coordinateur interministériel pour les véhicules décarbonés auprès de Jean-Louis BORLOO, ministre de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer.

La présente feuille de route stratégique sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables a donc été élaborée en s'appuyant sur les réflexions des experts de ce groupe de travail.

Feuille de route

sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables

Des véhicules rechargeables

Nos véhicules conventionnels, équipés de moteurs thermiques, fonctionnent au gasoil ou à l'essence. Parmi les véhicules en cours de développement et d'industrialisation, on trouve des **véhicules électriques** dont les moteurs sont alimentés par des batteries et des **véhicules hybrides** qui associent moteurs thermique et électrique, leurs batteries étant rechargées lors de certaines phases de la conduite. Lorsque ces mêmes batteries peuvent aussi être rechargées sur le secteur électrique, on parle de **véhicule hybride rechargeable**. Dans cette feuille de route, on évoquera véhicules électriques et véhicules hybrides rechargeables sous le même vocable de « **véhicules rechargeables** ».

> 1. Enjeux

Développer l'usage de véhicules rechargeables (voir encadré ci-dessus) est un pari emblématique pour s'orienter vers une économie plus écologique et promouvoir la croissance verte. Une des clés du succès repose notamment sur la **confiance** qu'auront les utilisateurs dans une **autonomie réelle et sécurisée** de ces nouveaux types de véhicules.

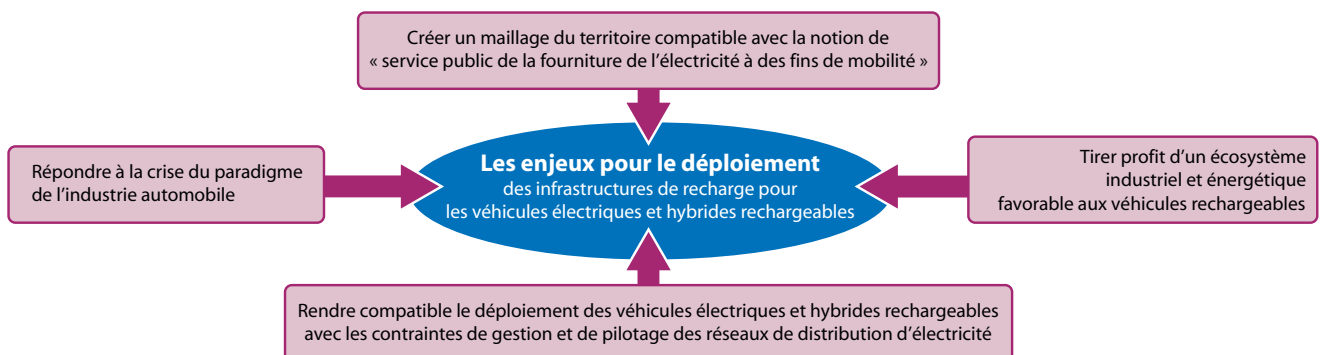
Une des garanties de cette autonomie réside dans un déploiement qui s'adosse à une **stratégie nationale d'installation d'infrastructures de recharge**.

Ces infrastructures devront se développer sur l'ensemble des lieux de vie, et plus spécifiquement dans :

- **la sphère de l'entreprise** : des infrastructures de recharge devront être installées pour les flottes captives de véhicules rechargeables, comme les flottes d'entreprise. Une réflexion devra être menée sur le « droit à la prise », autrement dit, sur les conditions auxquelles un salarié pourra recharger son véhicule professionnel ou personnel au sein de l'entreprise, gratuitement ou selon un tarif préférentiel. La gestion de cette charge électrique supplémentaire devra aussi être prise en compte ;
- **la sphère publique** : des infrastructures de recharge et de véhicules rechargeables devront être déployées dans les espaces publics comme les voiries ou les parkings publics. Des modes d'utilisation adaptés devront être proposés, notamment des services de mobilité tels l'autopartage ou les véhicules à la demande (voir encadré ci-dessous) ;
- **la sphère domestique** : des infrastructures de recharge et de véhicules rechargeables devront être proposées pour les particuliers, intégrant ou non la propriété du véhicule.

Véhicule en multipropriété, en autopartage ou à la demande

De nouveaux **services de mobilité** se développent. Plusieurs utilisateurs peuvent, par exemple, partager un véhicule qu'ils acquièrent en **multipropriété**. D'autres préfèrent les louer en **autopartage** (une flotte de véhicules à disposition dans des lieux publics) ou selon le mode des **véhicules à la demande**, gérés par une centrale de location qui livre et récupère le véhicule sur le lieu choisi.



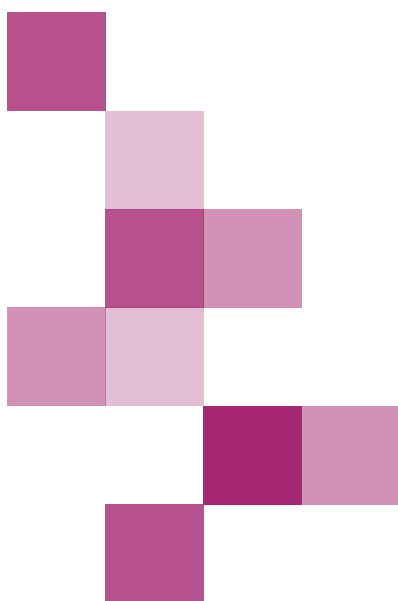
En amont du déploiement de ces infrastructures de recharge, des recherches à caractère expérimental devront être menées pour anticiper les évolutions à long terme de la filière.

Les visions de déploiement à long terme, les priorités de recherche et les besoins de démonstrateurs de recherche seront structurés autour des trois sphères de déploiement.

Il n'en reste pas moins que **l'enjeu principal est de s'inscrire dans les objectifs du Grenelle de l'environnement et à plus long terme d'être cohérents avec l'objectif « facteur 4 »**. Ce dernier, issu de la loi POPE (Programme d'Orientation de la Politique Énergétique française) de 2005, vise à diviser par quatre les émissions françaises de gaz à effet de serre à l'horizon de 2050 par rapport à leur niveau de 1990.

Répondre à cet enjeu ambitieux suppose une attention particulière :

- à la puissance et à la consommation électrique des véhicules ;
- aux ressources énergétiques mobilisées pour alimenter le futur parc. Autrement dit, il faudra favoriser le recours aux énergies peu ou pas émettrices de gaz à effet de serre. Au-delà de 2030, le recours à des ressources énergétiques générant des gaz à effet de serre nécessitera le couplage à des dispositifs de captage et de stockage géologique du CO₂² ;
- à l'analyse du cycle de vie de la filière, c'est-à-dire de tous les impacts environnementaux.



2 - Le captage du CO₂ dans les fumées de certaines installations industrielles, puis son confinement dans le sous-sol est une solution étudiée dans le cadre de nombreux projets internationaux pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Au-delà de cet enjeu global, **quatre autres enjeux** ont été mis en exergue par les experts.

1. Intégrer l'industrie automobile dans les nouvelles solutions de mobilité

En 2009, l'industrie automobile a traversé sa plus forte crise mondiale. Cela a remis en cause tous les fondamentaux du secteur. Un des enjeux actuels est d'assurer la mutation de cette industrie vers les nouveaux services de mobilité.

Les **pouvoirs publics doivent accompagner cette mutation** en assurant, entre autres, le développement et l'industrialisation de véhicules rechargeables. Les mesures et incitations publiques récemment adoptées vont dans ce sens. Elles connaissent une ampleur sans précédent, notamment pour le **développement des infrastructures de recharge**, une des clés du succès du déploiement de ces véhicules.

Mais au-delà de cet accompagnement, c'est **tout un système de régulation** qui est à changer et qui doit permettre de rentabiliser les investissements. De nouvelles solutions de mobilité doivent être proposées et mises en place dans les différentes sphères de déploiement des véhicules rechargeables (entreprise, domicile et sphère publique).

2. Tirer profit d'un écosystème industriel et énergétique favorable

Le contexte français est favorable à une véritable filière industrielle du véhicule décarboné, dont les véhicules rechargeables constituent une déclinaison. Tout simplement parce que la France bénéficie d'une électricité peu émettrice de CO₂ du fait de moyens de production essentiellement nucléaires et hydrauliques.

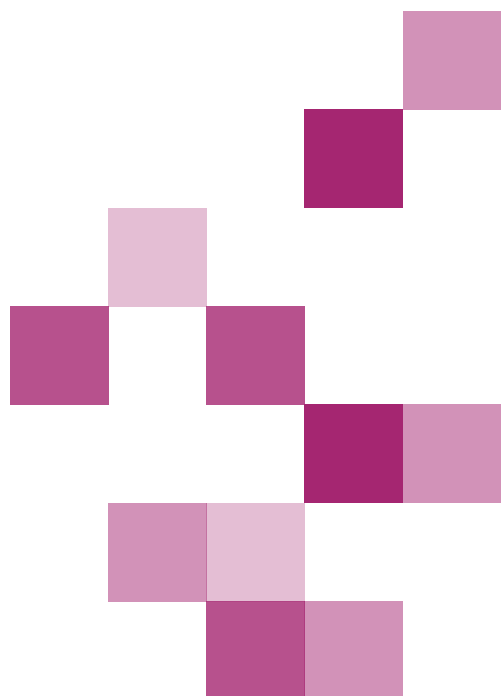
Elle bénéficie également du nouveau positionnement des constructeurs sur la production de véhicules rechargeables à tous les niveaux de la chaîne de valeur : groupe motopropulseur électrique, équipements de recharge, batteries, services.

L'enjeu industriel majeur est donc **de structurer une filière industrielle complète et viable, intégrant chaque maillon de la chaîne de valeur**. Cela passe impérativement par la levée de différents verrous, entre autres ceux concernant les infrastructures de recharge.

3. Créer un « service public de fourniture de l'électricité à des fins de mobilité »

Même si, à terme, les **bornes de recharge accessibles au public**, placées dans des parkings ou sur la voirie, ne représentent que 10 % des prises et 5 % des usages, elles offrent une assurance aux utilisateurs de pouvoir accéder à des infrastructures de recharge en dehors des stations-service, du domicile ou du travail. Elles constituent à ce titre un gage de fiabilité de l'ensemble du système, **indispensable pour dissiper le manque de confiance des utilisateurs finaux envers les véhicules rechargeables.**

De fait, cette régulation, ces investissements et l'engagement des collectivités publiques influent non seulement sur les décisions d'achat de véhicules rechargeables, mais sont aussi des **garanties de la meilleure insertion de ces véhicules dans la société.**



4. Prendre en compte les contraintes des réseaux de distribution d'électricité

Recharge lente, recharge rapide

Selon les tensions des batteries et les puissances des bornes de recharge, les véhicules peuvent être rechargés au domicile en plusieurs heures (6 à 12 heures en général, ce qu'on appelle la recharge lente), dans des stations-service ou à des bornes de recharge publiques en quelques minutes (recharge rapide). Les véhicules sont adaptés à un mode de recharge, à l'autre ou aux deux.

Le déploiement massif des véhicules rechargeables et des infrastructures de recharge associées vont générer une demande additionnelle d'électricité qui aura des impacts sur :

- le contenu en CO₂ du kWh électrique (selon le mode de production de l'électricité : nucléaire, hydraulique, thermique...);
- la gestion, l'architecture et le pilotage des réseaux de distribution d'électricité ;
- la gestion de la pointe de consommation électrique et notamment l'impact de la recharge rapide (voir encadré ci-dessus) ;
- le renforcement local du réseau électrique.

Ces impacts seront notamment fonction des orientations prises par les industriels, les équipementiers, les pouvoirs publics et les énergéticiens concernant :

- les options technologiques telles que la recharge lente ou rapide ;
- les aspects régulateurs comme l'instauration d'une tarification de l'électricité favorisant la recharge lente en heure creuse.

> 2. Le champ de la feuille de route

Le champ géographique

Ces réflexions s'inscrivent en priorité dans un contexte national incluant les départements et les collectivités d'outre-mer (DOM-COM). Néanmoins, lorsque cela sera pertinent, des dimensions locales, européennes et internationales pourront être introduites dans la réflexion afin :

- de prendre en compte les spécificités locales en matière de réseaux de distribution d'électricité ;
- d'articuler les priorités de recherche et les besoins de « **démonstrateurs de recherche** » (technologies testées au stade expérimental entre la phase de recherche et l'industrialisation) avec les initiatives européennes comme European green car³ ;
- de bénéficier d'un éclairage international en lien notamment avec le Japon, l'Allemagne, les Etats-Unis au sujet :
 - > des priorités de recherche,
 - > des besoins de démonstrateurs de recherche,
 - > des acteurs industriels et de leur stratégie dans le domaine des infrastructures de recharge pour les véhicules rechargeables.

L'horizon temporel

Comme précisé plus haut, pour être cohérentes avec l'objectif facteur 4, les propositions de déploiement des infrastructures de recharge pour les véhicules rechargeables visent **l'horizon de 2050**.

Ces visions à long terme sont complétées par des **visions en 2020**, qui décrivent la situation en supposant que les objectifs du Grenelle de l'environnement soient atteints dans le secteur des transports.

En outre, les options technologiques, organisationnelles et socio-économiques qui seront expérimentées dans le cadre des démonstrateurs de recherche devront permettre un **déploiement commercial autour de 2020**. C'est l'une des différences majeures entre ces démonstrateurs et les projets de recherche expérimentale financés, notamment, dans le cadre du Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (PREDIT).

3 - Cette initiative a été lancée en décembre 2008 dans le cadre du plan européen de relance économique pour aider les secteurs les plus touchés à faire face à la crise. La European Green Car Initiative finance des recherches pour un transport routier durable.

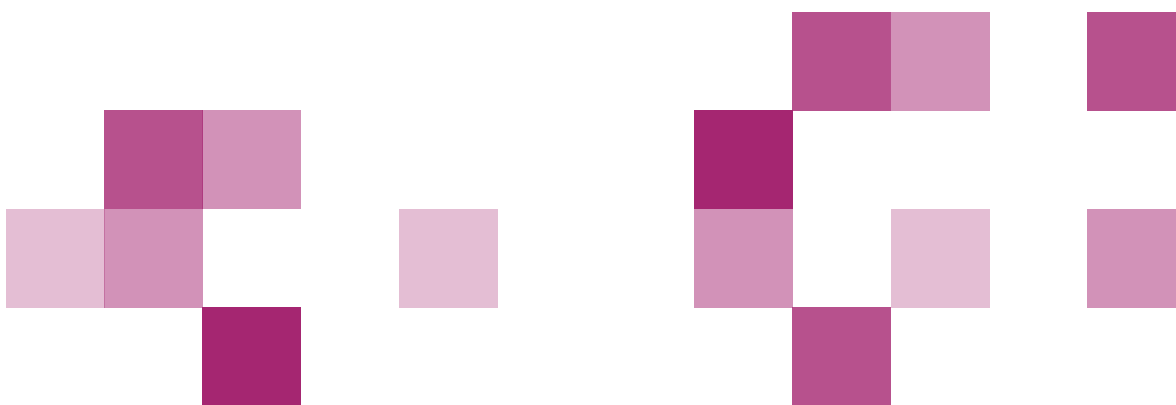
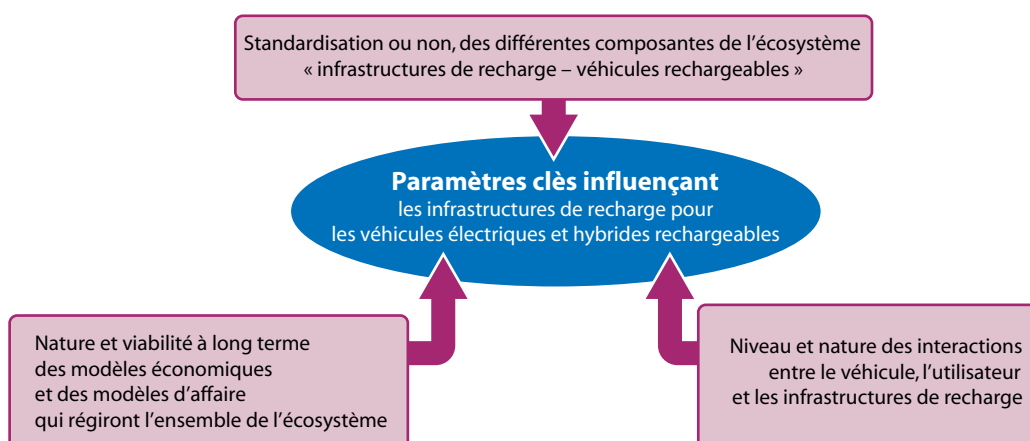
> 3. Trois paramètres clés

Ces paramètres sont les variables dont les évolutions sur le long terme infléchiront significativement les options de déploiement des infrastructures de recharge.

Le **premier paramètre** concerne les choix de **standardisation** des différentes composantes de l'écosystème « infrastructures de recharge – véhicules rechargeables ». In fine, c'est aussi l'élaboration d'une position française dans les différentes instances de normalisation européennes et mondiales qui est en jeu.

Le **deuxième paramètre** vise la nature et la viabilité à long terme **des modèles économiques et des modèles d'affaires** qui régiront l'ensemble de l'écosystème. Cela comprend notamment les véhicules rechargeables et les batteries, mais aussi la mise en place et l'exploitation des infrastructures, ainsi que les services associés.

Le **troisième paramètre** concerne le niveau et la nature des **interactions entre le véhicule, l'utilisateur et les infrastructures de recharge**, autrement dit, l'adéquation de l'offre aux besoins en termes d'infrastructures de recharge.



1. La standardisation

Le problème se pose à l'échelle nationale et européenne. De fait, à court terme, les situations de rechargement seront probablement multiples et les installations de recharge différentes. **Plusieurs scénarios significativement variés** peuvent donc être envisagés pour le déploiement des infrastructures selon les acteurs, les modèles économiques et le rythme des ventes de véhicules rechargeables. Ils devraient néanmoins tous retenir **les principes de base suivants** :

- **l'interopérabilité des infrastructures de recharge.** Les solutions technologiques retenues devront être valables quels que soient le type, la gamme, l'usage des véhicules rechargeables et leur constructeur. Les aspects multitenion et multipuissance sont ainsi à envisager pour permettre tous les modes de recharge (lent et rapide) ;
- **la garantie de la sécurité des biens et des personnes.** C'est naturellement une question de principe. C'est également un enjeu majeur pour le décollage du marché. Les efforts doivent porter à la fois sur la sécurité des utilisateurs dans la manipulation des différents éléments (câble, etc.), sur leur information (avertissement en cas d'anomalie de recharge, etc.) et sur les caractéristiques de sécurité des installations de recharge ;
- **la compétitivité des infrastructures.** Il convient d'être vigilant pour que le coût des infrastructures reste aussi raisonnable que possible afin de favoriser le développement des véhicules rechargeables. L'utilisation de solutions technologiques déjà normalisées et industrielles contribuera à cet objectif ;
- **l'ergonomie et le confort d'utilisation.** Ces paramètres sont essentiels pour l'utilisateur qui rechargera son véhicule fréquemment, voire quotidiennement ;
- **la gestion optimisée de la consommation électrique.** Un des principaux atouts des véhicules rechargeables, notamment en France, est de contribuer à la réduction des émissions de CO₂ dans le secteur des transports. Cet avantage doit être optimisé, notamment en gérant la recharge de ces véhicules en dehors des pointes de consommation électrique.

2. Les modèles économiques et les modèles d'affaires

Autonomie et réseau de recharge

L'autonomie limitée des véhicules rechargeables impose d'en prévoir le **déploiement** autour de zones géographiques spécifiques. Chaque borne de recharge est considérée comme un **poste source**. Plusieurs postes sources peuvent être mis en réseau pour créer une **boucle de distribution** qui définit l'amplitude géographique de recharge.

Les véhicules rechargeables se déploieront plus ou moins bien sur le marché selon leur coût d'achat, leur coût d'usage et leur valeur de revente. Dans un premier temps, leur essor sera conditionné par des aides de type subventions, aides à l'investissement, prêts bonifiés. Mais, à long terme, seuls un **cadre de régulation et/ou des modèles d'affaires viables** pourront assurer leur succès. C'est aux acteurs de la filière (équipementiers, fournisseurs et distributeurs d'électricité, producteurs de véhicules et de services associés) et aux pouvoirs publics de faire émerger ces modèles qui devront :

- transformer le coût d'achat de ces véhicules, aujourd'hui équivalent au double d'un véhicule classique, en un coût par kilomètre compétitif avec celui des modes de transport alternatif tels que les transports publics ou le vélo. Cela suppose de modifier le modèle de financement véhicule/batterie/infrastructure ;
- rassurer les clients sur la durée de vie de la batterie, qui représente la moitié du prix du véhicule. Les modèles d'affaires basés sur l'échange standard de batterie au bout d'un premier cycle de vie constituent une des possibilités ;
- considérer le marché du véhicule d'occasion. Plusieurs questions clés se posent telles que la valeur de revente, le financement de la batterie, le changement de zone d'utilisation (voir encadré ci-dessus) ;
- prévoir la gestion de la fin de vie des infrastructures de recharge, des véhicules rechargeables et de leurs différentes composantes (batterie, architecture électrique, électronique de puissance).

3. La recharge

Le développement des véhicules rechargeables est bien entendu conditionné par les clients susceptibles de les acheter. Néanmoins, dans une large mesure, c'est une réflexion sur tout l'écosystème qui les entoure, en particulier sur la disponibilité des infrastructures de recharge qui favorisera ou non un déploiement massif. Cela suppose une **bonne adéquation de l'offre aux besoins en infrastructures de recharge**.

Or ces besoins dépendent des performances réelles des véhicules, mais aussi de leurs usages et des modèles économiques adoptés. Il y a, par exemple, un paradoxe entre la recherche d'une autonomie électrique croissante et la volonté de déploiement massif des infrastructures de recharge. **L'équilibre de toutes ces interactions** est donc un paramètre clé à **prendre en compte** dans la stratégie de déploiement des infrastructures de recharge.

Par ailleurs, **cet équilibre est dynamique**. A l'heure actuelle, aucun opérateur dans le monde n'a pu développer une activité économiquement rentable compte tenu du coût prohibitif des infrastructures de recharge (coûts de fabrication et d'installation des systèmes). La rentabilité des investissements n'est envisageable qu'à l'échéance de plusieurs dizaines d'années, temps naturellement incompatible avec une activité industrielle.

A l'horizon de 2020, un fort engagement de **l'Etat devra** être pris pour **assurer l'équilibre de cet écosystème**. **A l'horizon de 2050, de nouveaux modèles d'affaires économiquement et industriellement viables devront s'imposer**, sans intervention de l'Etat. Cela suppose de développer de nouvelles infrastructures de recharge à moindre coût, compatibles avec les différents véhicules rechargeables.

> 4. Les visions prospectives

La situation en 2050 résultera en grande partie des choix intermédiaires à moyen terme, à l'horizon de 2020. La situation en 2020 dépend, d'une part, des mesures de politiques publiques (dont la nature et le dosage sont à préciser) qui seront mises en œuvre sur la période 2010-2020 et, d'autre part, de l'étendue du déploiement des infrastructures, à savoir, la concentration des investissements sur les lieux de travail, de domicile ou sur les parkings publics.

Les visions 2020

Sans restriction de circulation des véhicules polluants

Scénario 1 : investissement en infrastructures concentré sur les entreprises et le domicile

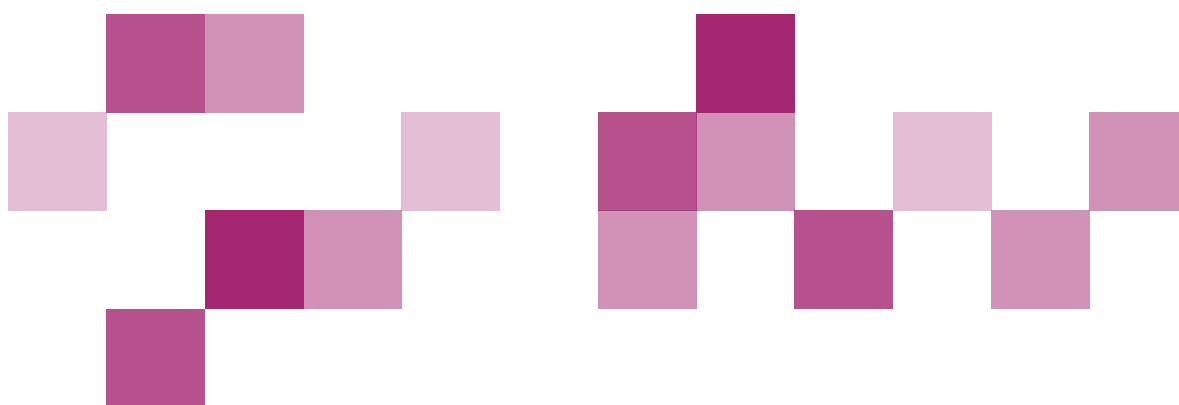
- Mesures adoptées par les pouvoirs publics :
 - > incitations purement économiques à l'achat des véhicules décarbonés : maintien du bonus écologique permettant de rendre cet achat économiquement neutre,
 - > investissements en infrastructures concentrés tant sur les entreprises que sur l'habitat individuel et les copropriétés (avec soutien et incitation économiques et réglementaires dans les copropriétés).
- Scénario de développement :
 - > développement du marché autour des flottes captives et des ménages fortement concernés par les enjeux environnementaux et disposant d'un parking privé permettant la recharge de leur véhicule au domicile la nuit,
 - > investissements focalisés sur les acteurs privés dans des infrastructures simples de recharge lente (particuliers, entreprises). Selon cette option, seul 1 % environ de recharge rapide est accessible en dehors du domicile, soit environ 2 000 bornes en 2015 et 22 000 en 2025.

Scénario 2 : investissement couvrant les parkings publics et, dans une moindre mesure, les voies publiques

- Mesures adoptées en complément de celles du scénario précédent :
 - > soutien à l'investissement dans les parkings publics (1 place équipée de prise de recharge pour 5 véhicules rechargeables en circulation), investissements très ciblés sur la voie publique (1 place équipée pour 30 véhicules rechargeables en circulation) et à proximité des transports collectifs comme les gares et la périphérie des centres-villes,
 - > pas d'incitations particulières à l'investissement sur les parkings commerciaux.
- Scénario de développement :
 - > similaire au scénario précédent, avec une pénétration accrue compte tenu de l'accessibilité renforcée aux moyens de rechargement publics. Dans cette option, environ 5 % de recharge rapide est accessible en dehors du domicile, soit environ 14 000 bornes en 2015 et 160 000 en 2025.

Avec restriction de circulation des véhicules polluants

- Mesures adoptées en plus de celles des scénarios précédents :
 - > réglementations interdisant la circulation des véhicules polluants en centre-ville et en agglomération.
- Scénario de développement :
 - > développement généralisé du marché pour tous les usages urbains incluant l'autopartage et une partie des transports collectifs ;
 - > gestion des premières infrastructures telles que l'échange de batterie et la recharge rapide sur les grands axes de type autoroutier entre les grandes agglomérations ;
 - > émergence d'acteurs « opérateurs de mobilité » investissant massivement dans les infrastructures avec un portefeuille d'offres de recharge (forfait, recharge rapide...) Selon cette option, environ 10 % de recharge rapide est accessible en dehors du domicile, soit environ 90 000 bornes en 2015 et 600 000 en 2025.



Feuille de route

sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables

Les visions 2050

Smart grids

Grâce à des moyens de contrôle et de commande, les **réseaux électriques intelligents** ou **smart grids** optimisent la production et la distribution d'électricité et mettent mieux en adéquation l'offre et la demande entre producteurs et consommateurs d'électricité.

Ces différents scénarios ont permis au groupe d'experts d'identifier quatre visions contrastées du déploiement à long terme des infrastructures de recharge pour les véhicules rechargeables. Ces visions ont vocation à décrire, parfois de manière caricaturale, les différentes modalités de déploiement des infrastructures de recharge et des véhicules rechargeables selon les différentes options technologiques, organisationnelles et socio-économiques évoquées. Elles répondront plus ou moins à l'enjeu global qui est d'atteindre le facteur 4, d'une part, et aux autres enjeux identifiés, comme le changement de paradigme de l'industrie automobile ou la prise en compte des problématiques des réseaux de distribution d'électricité, d'autre part.

Sans avoir la prétention de décrire ce que sera la réalité à l'horizon de 2050, ces visions à long terme doivent plutôt permettre de définir le champ des possibles pour ensuite en déduire un large ensemble de verrous, de priorités de recherche et de besoins de démonstrateurs de recherche. La réalité sera très probablement une combinaison des quatre visions décrites ci-dessous.

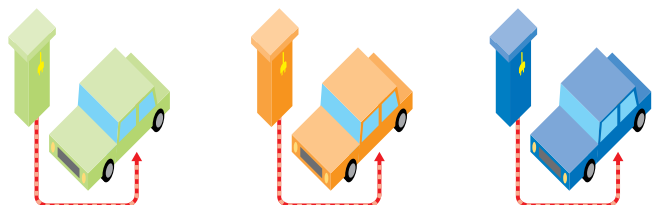
Des véhicules pour stocker l'électricité

A l'instar des ballons de stockage d'eau chaude sanitaire, on peut imaginer d'utiliser les véhicules rechargeables comme moyens de stockage de l'électricité. Cela permettrait de soulager les consommations électriques des bâtiments, notamment des bâtiments à énergie positive (bâtiments qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment) et des réseaux de distribution d'électricité en venant les relayer, en particulier dans un contexte de forte pénétration des énergies intermittentes.

Présentation synthétique des visions de déploiement à long terme des infrastructures de recharge et des véhicules rechargeables associés

	Faible normalisation	Forte normalisation
Faible interaction avec les réseaux électriques	Vision 1 : infrastructures de recharge et véhicules rechargeables individualisés	Vision 2 : électro mobilité normalisée, mais avec de faibles interactions avec les réseaux électriques intelligents
Forte interaction avec les réseaux électriques	Vision 3 : électro mobilité et électro société segmentée	Vision 4 : électro mobilité dans une électro société

Vision 1 : Infrastructures de recharge et véhicules rechargeables individualisés



Seules les fonctions et les fonctionnalités de base comme les normes de sécurité font l'objet d'une normalisation partagée par l'ensemble des acteurs de la filière. Le déploiement des infrastructures de recharge et des véhicules rechargeables se fait selon le **minimum de régulation**.

Chaque opérateur propose son offre et/ou sa technologie, ce qui limite l'interopérabilité des infrastructures dans une logique proche de celle des contrats de concession. Ainsi, sur un territoire donné – une agglomération, une zone d'activités, voire une région –, un nombre limité d'opérateurs, sélectionnés par appel d'offre, prennent en charge l'installation, l'exploitation et la maintenance des infrastructures de recharge sur une période de temps relativement longue (15 à 20 ans) afin de pouvoir en tirer des bénéfices.

Les **fonctionnalités des infrastructures** (horodateur, aide à la gestion et à la tarification de services de mobilité) ne sont **pas standardisées**. Elles sont fonction des contrats de concession, au gré des autorités concédantes (collectivités, gestionnaires de flottes publiques ou privées).

Le déploiement des infrastructures de recharge et des véhicules rechargeables est avant tout guidé par une **logique d'électrification de la mobilité**. Cette vision ne prend pas en compte la possibilité d'utiliser les véhicules rechargeables comme moyen de stockage de l'électricité. Seule la dimension « gestion des périodes de charge » pour limiter les pics de consommation d'électricité et la mobilisation de moyens de production fortement émetteurs de gaz à effet de serre sont pris en compte pour rester en accord avec l'objectif facteur 4.

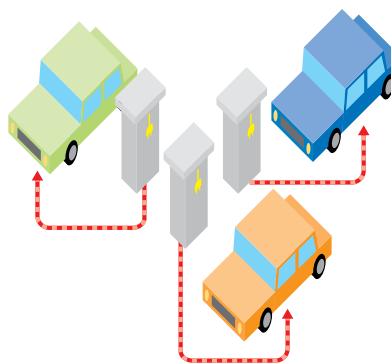
Vision 2 : électromobilité normalisée, mais avec de faibles interactions avec les réseaux électriques intelligents

Les **infrastructures de recharge sont fortement normalisées**, bien entendu en termes de sécurité, mais aussi pour assurer une **parfaite interopérabilité** et le **déploiement d'un ensemble de services associés**. Tous les types et toutes les marques de véhicules sont rechargeables sur les différentes bornes.

Le rythme de déploiement des infrastructures de recharge et des véhicules associés est accéléré et le coût des infrastructures est réduit grâce à une production plus facilement standardisée.

Un ensemble de services est associé, telles la tarification différenciée de l'électricité selon le type d'utilisateur, la tarification de services de mobilité dans le cas de véhicules en autopartage ou de véhicules en multipropriété. Cela facilite le déploiement d'opérateurs d'infrastructures de recharge de dimension nationale voire européenne qui construisent une partie de leur **modèle d'affaires sur cette offre de services associés**.

Néanmoins, contrairement à la vision 4 décrite ci-dessous, le déploiement des infrastructures de recharge est peu coordonné avec ceux des autres briques des réseaux électriques intelligents comme les dispositifs de stockage adossés au réseau électrique, les bâtiments à énergie positive et les dispositifs de pilotage de la demande à des fins de maîtrise de la demande d'électricité.



Feuille de route

sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables

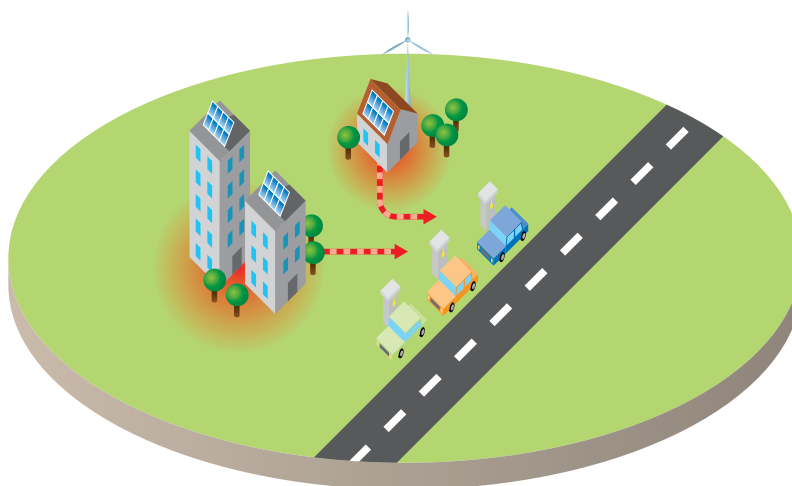
Vision 3 : électro mobilité et électro société segmentée

Les infrastructures de recharge sont les briques d'une **société énergétique** se structurant **autour des réseaux électriques intelligents et des bâtiments à énergie positive**. Des déploiements territorialisés, sortes **d'îlots énergétiques**, sont privilégiés. Ces îlots sont de taille variable pouvant aller de l'échelle d'une zone d'activités à celle d'une agglomération. Ils sont autonomes en énergie mais connectés pour des raisons de sécurité et d'efficacité économique à un réseau de transport d'énergie centralisé.

La nature, la fonctionnalité et le déploiement maillé des infrastructures de recharge sont pensés pour contribuer à **l'autonomie énergétique des différents îlots**. Les infrastructures contribuent à l'équilibre entre l'offre et la demande d'énergie à l'intérieur d'un îlot, ainsi qu'à la convergence entre les différents bâtiments et moyens de transports.

Au-delà de leur capacité à satisfaire des besoins de mobilité, les **véhicules rechargeables** sont utilisés comme des **moyens de stockage mobile d'électricité** (voir encadré p.12). Cela leur permet de venir ponctuellement en appui du pilotage des réseaux électriques, afin notamment de répondre aux contraintes liées à l'intermittence des sources de production d'origine renouvelable. Un **modèle d'affaires spécifique** peut être envisagé sur cette base.

En revanche, **l'effort de normalisation est limité** : les infrastructures de recharge et leur fonctionnalités sont normalisées à l'échelle d'un îlot, mais pas entre les îlots. Comme dans la vision 1, une logique de concession s'impose, sauf qu'elle est ici régie à l'échelle d'un îlot.



Vision 4 : électro mobilité dans une électro société

Agrégateurs de recharge et de stockage

Des entreprises de service de ce type n'existent pas encore. Elles consisteraient à réunir (agréger) une capacité énergétique suffisamment importante pour pouvoir en négocier la gestion avec les réseaux de distribution d'électricité. Une quantité importante de véhicules rechargeables pourrait ici faire office de réserve de stockage.

Comme dans la vision précédente, les infrastructures de recharge sont les briques d'une **société énergétique** se structurant **autour des réseaux électriques intelligents** (voir encadré p. 12) **et des bâtiments à énergie positive** et à bilan carbone minimum (bâtiments résidentiels et tertiaires, neufs et existants). En outre, elles permettent une **forte pénétration des énergies renouvelables** intermittentes comme l'éolien et le photovoltaïque ainsi que des actions ambitieuses en matière de **maîtrise de la demande d'électricité**. Une consommation de plusieurs mégawatts pourrait être ainsi économisée.

Pour cela, un **effort de normalisation massif** est réalisé afin de permettre une communication parfaite entre les différentes briques de cette électro société et notamment entre :

- les infrastructures de recharge pour les véhicules,
- les réseaux de distribution d'électricité intelligents,
- le dispositif de pilotage et de gestion de la charge chez le consommateur final,

- les bâtiments à énergie positive qui pourraient avoir recours aux véhicules électriques comme dispositifs de stockage mobile (voir encadré p.12).

Cet effort de normalisation se traduit par :

- Des **convergences fortes entre bâtiment et transport**. Ainsi, des parkings d'activité tertiaire sont mobilisés pour déployer des infrastructures de recharge réversibles. Elles permettent de charger le véhicule en cas de besoin ou à l'inverse de mobiliser une partie de l'énergie stockée dans le véhicule pour alimenter les bâtiments environnants ;
- Le **développement de systèmes de régulation des réseaux électriques** intégrant, dès leur conception, les infrastructures de recharge pour les véhicules rechargeables. Cela pourra se traduire par exemple par de nouveaux systèmes de tarification de l'électricité, ou par l'apparition d'agrégateurs de recharge (voir encadré ci-dessus).

La normalisation et l'intégration des infrastructures de recharge dans une **évolution coordonnée du système électrique et des bâtiments à énergie positive** limitent le coût additionnel de ces infrastructures, facilitent l'émergence de **modèles d'affaires robustes** et **accélèrent le déploiement** des infrastructures et des véhicules rechargeables associés.

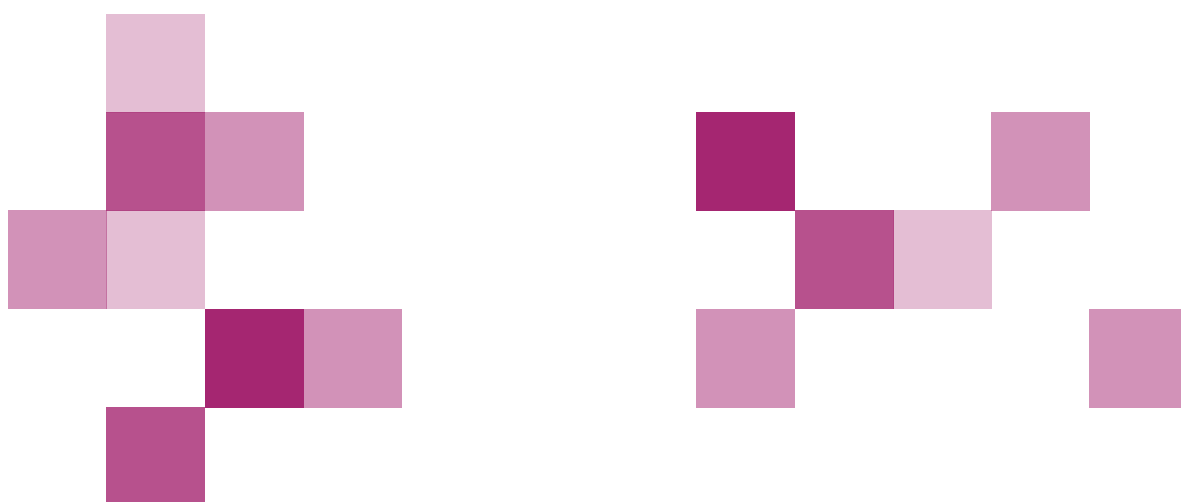


Feuille de route

sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables

Points forts et points faibles des différentes visions à l'horizon de 2050

Visions	Points forts	Points faibles
Vision 1 : infrastructures de recharge et véhicules rechargeables individualisés	Peu de coûts de coordination entre les acteurs (producteurs/distributeurs d'énergie, industriels de l'automobile)	Risque de lenteur dans le déploiement Coûts élevés par manque de normalisation Faible poids des acteurs français sur la scène européenne et internationale Risque de se faire imposer des normes/acteurs/modèles d'affaires étrangers
Vision 2 : électromobilité normalisée mais avec de faibles interactions avec les réseaux électriques intelligents	Développement d'une économie de services autour des infrastructures de recharge	Modèle d'affaires reposant uniquement sur l'économie du véhicule rechargeable et des services de mobilité associés
Vision 3 : électromobilité et électrosociété segmentée	Possibilité d'avoir des modèles d'affaires économiquement rentables dans le champ des réseaux électriques intelligents et des bâtiments à énergie positive	Risque de lenteur dans le déploiement Coûts élevés par manque de normalisation
Vision 4 : électromobilité dans une électrosociété	Possibilité d'avoir des modèles d'affaires économiquement rentables dans le champ des réseaux électriques intelligents et des bâtiments à énergie positive	Forts besoins et coûts de coordination entre les acteurs (au moins dans les premières phases de déploiement)



> 5. Les verrous

En analysant l'émergence et le déploiement à long terme de ces différentes visions, deux grandes catégories de verrous de nature sensiblement différente ont été identifiées : les verrous à caractère technologique et les verrous à caractère socio-économique et organisationnel.

Les verrous à caractère technologique

Verrou 1.1

La fiabilité, la sécurité, la robustesse et l'interopérabilité des systèmes d'information utilisés dans les infrastructures de recharge, notamment à des fins de développement de services visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à accroître l'efficacité énergétique (services de mobilité comme l'autopartage, gestion de la demande électrique, service d'agrégateurs de stockage (voir encadré ci-dessus)) ;

Verrou 1.2

L'interopérabilité et la modularité des infrastructures de recharge afin qu'elles soient utilisables pour :

- Différents types et marques de véhicules ;
- Plusieurs types de services au-delà de la recharge des véhicules (paiement du stationnement, services de mobilité tels que l'autopartage).

Verrou 1.3

Les technologies de réseau (infrastructures, composants) compatibles avec un déploiement massif et efficace, d'un point de vue environnemental, des infrastructures de recharge ;

Verrou 1.4

La flexibilité et la capacité d'adaptation des infrastructures de recharge face aux évolutions possibles de leur environnement et notamment par rapport à :

- La diversité des sources d'énergie pouvant les alimenter comme les énergies renouvelables ;
- L'évolution de l'environnement urbain à considérer, comme les bâtiments à énergie positive.

Verrou 1.5

Des systèmes de management de la charge et de la décharge, tant dans les infrastructures de recharge que dans les véhicules rechargeables. Des interfaces entre utilisateurs de véhicules et gestionnaires de réseaux permettant d'équilibrer l'offre de service du réseau.

Les verrous à caractère organisationnel et socio-économique

Verrou 2.1

La conception de politique publique synchronisée avec l'évolution de la maturité de la filière infrastructures de recharge – véhicules rechargeables ;

Verrou 2.2

L'évolution de la répartition de la rentabilité le long de la chaîne de production et entre les différentes filières (voir encadré ci-dessous) ;

Illustration de l'évolution de la chaîne de valeur générée par le déploiement d'un « écosystème du véhicule rechargeable »

Sur le plan économique, l'introduction des véhicules rechargeables entraînera des transferts substantiels de marge opérationnelle : une création de valeur en amont pour les fournisseurs de batteries et en aval pour les fournisseurs de services, notamment de financement.

Un développement à grande échelle des véhicules rechargeables entraînera aussi des adaptations telles que :

- La baisse des taxes pétrolières (TIPP) à compenser par d'autres formes de fiscalité qui ne reposent pas exclusivement sur l'électricité (coût aujourd'hui de l'électricité au kilomètre environ 5 à 7 fois inférieur au coût de l'essence au kilomètre) ;
- La migration des bénéfices vers les batteries et le service (fabricants de batteries, organismes financiers, opérateurs de mobilité) ;
- Des investissements pour renforcer les réseaux de distribution et les capacités de production électrique ;
- La reconversion d'une partie des capacités de développement et de production des moteurs thermiques et des boîtes de vitesse.

En France, 30 000 emplois sont concernés (constructeurs, équipementiers...)

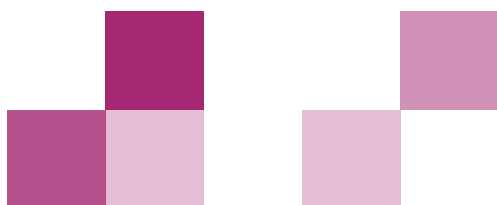
Feuille de route

sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables

Verrou 2.3

La régulation et plus spécifiquement :

- La conception, l'expérimentation et la mise en œuvre de dispositifs tarifaires compatibles avec le déploiement d'une économie des infrastructures de recharge et des véhicules rechargeables : tarification instantanée, tarification dissuadant la recharge des véhicules durant les périodes de pointe de consommation électrique, tarification favorisant l'émergence du service de mobilité.
- La conception, l'expérimentation et le déploiement de modèles d'affaires (y compris dans leur dimension juridique) pour les infrastructures de recharge dans leurs différentes sphères de déploiement : sphère domestique, espaces publics, monde de l'entreprise.



Verrou 2.4

Le comportement des consommateurs. Deux aspects sont concernés :

- Le suivi et la compréhension des comportements d'adoption des nouveaux produits et services en lien avec le déploiement des infrastructures de recharge ;
- L'interaction entre l'adoption de ces nouveaux produits et services et l'évolution des comportements de consommation tels que la consommation d'électricité, de mobilité urbaine, de véhicules urbains rechargeables.

Verrou 2.5

La compatibilité entre les infrastructures de recharge déployées et les contraintes urbanistiques, en particulier sur la voie publique ;

Verrou 2.6

La formation des personnes qualifiées pour intervenir sur la maintenance et l'exploitation des infrastructures de recharge, y compris en cas d'incidents liés à ces infrastructures et aux véhicules rechargeables (gestion des risques, intervention pompiers, etc.)

Synthèse des verrous technologiques et organisationnels

Nature des verrous	Verrous
Verrous à caractère technologique	Verrou 1.1 : la fiabilité, la sécurité, la robustesse et l'interopérabilité des systèmes d'information utilisés dans les infrastructures de recharge
	Verrou 1.2 : l'interopérabilité et la modularité des infrastructures de recharge
	Verrou 1.3 : les technologies de réseau compatibles avec un déploiement massif et efficace d'un point de vue environnemental, des infrastructures de recharge
	Verrou 1.4 : la flexibilité et la capacité d'adaptation des infrastructures de recharge face aux évolutions possibles de leur environnement (sources d'énergie, environnement urbain)
	Verrou 1.5 : des systèmes de management de la charge et de la décharge, tant dans les infrastructures de recharge que dans les véhicules rechargeables. Des interfaces entre utilisateurs de véhicules et gestionnaires de réseaux permettent d'équilibrer l'offre de service du réseau
Verrous à caractère économique et organisationnel	Verrou 2.1 : la conception de politique publique synchronisée avec l'évolution de la maturité de la filière infrastructure de recharge – véhicules rechargeables
	Verrou 2.2 : l'évolution de la répartition de la rentabilité le long de la chaîne de production et entre les différentes filières
	Verrou 2.3 : la régulation (dispositifs tarifaires, modèles d'affaires)
	Verrou 2.4 : le comportement des consommateurs (comportement d'adoption de ces nouveaux produits et services, évolution des comportements de consommation)
	Verrou 2.5 : la compatibilité entre les infrastructures de recharge déployées et les contraintes urbanistiques, en particulier sur la voie publique
	Verrou 2.6 : la formation des personnes qualifiées pour intervenir sur la maintenance et l'exploitation des infrastructures de recharge, y compris en cas d'incident (gestion des risques, intervention pompiers, etc.)

> 6. Les priorités de recherche

Face à ces verrous, les experts ont identifiés les thématiques de recherche prioritaires, ventilées dans trois catégories : celles à caractère environnemental, à caractère technologique et enfin à caractère organisationnel et socio-économique. Elles sont en outre adaptées en fonction des trois grandes catégories de déploiement des infrastructures de recharge : la sphère de l'entreprise, la sphère domestique et la sphère publique.

Les priorités de recherche à caractère environnemental

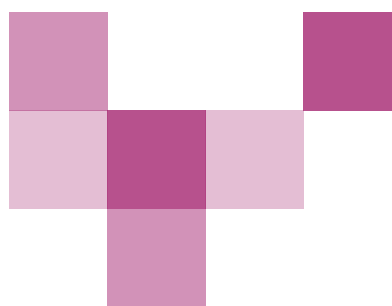
Elles reposent sur :

- la **maîtrise des puissances et des consommations électriques** des futurs véhicules rechargeables,
- l'**optimisation des ressources énergétiques mobilisées** pour alimenter le futur parc de véhicules rechargeables,
- la prise en compte de l'analyse du **cycle de vie de l'ensemble de la filière**.

Les priorités de recherche à caractère technologique

Elles se répartissent en deux catégories, selon qu'elles sont en lien avec :

- les **matériels et l'électrotechnique** des infrastructures de recharge et des réseaux énergétiques,
- la gestion du **système d'information et de l'intelligence des réseaux** pour faire face au déploiement croissant des infrastructures de recharge et des services associés.



Les priorités de recherche à caractère technologique

Matériels et électrotechnique des infrastructures de recharge et des réseaux	Conception et développement de systèmes de protection des réseaux de distribution adaptés au déploiement des infrastructures de recharge
	Conception et développement de capteurs et d'organes de coupure téléopérables
	Conception et développement de systèmes et d'architectures adaptés au fonctionnement en mode dégradé des infrastructures de recharge
	Conception et développement de modèles et d'outils de suivi du vieillissement des matériels, d'anticipation et de détection, de localisation des pannes sur les infrastructures de recharge
Gestion du système d'information et intelligence des réseaux des infrastructures de recharge et des services associés	Conception et développement d'outils de prévision (à court et moyen terme) de la demande énergétique liée au déploiement des infrastructures de recharge
	Conception et développement d'outils transverses et de normes pour le dialogue et la circulation d'informations entre les acteurs du système
	Conception et développement d'outils permettant de gérer les phases d'entrées et de sorties des îlots énergétiques (tels que définis dans la vision 3) pour les infrastructures de recharge
	Conception et développement d'interfaces permettant des transmissions optimisées d'informations entre les différents acteurs et les différentes composantes de l'écosystème véhicule et mobilité électrique : maisons, postes sources, par exemple (voir encadré p. 9)
	Conception et développement d'outils de conduite en temps réel des infrastructures de recharge : estimation de l'état, automatisation de la gestion des défaillances, du réglage de la tension...
	Conception et développement d'outils de planification du déploiement des infrastructures de recharge et des réseaux de distribution associés

Feuille de route

sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables

Les priorités de recherche à caractère organisationnel et socio-économique

Elles s'articulent autour de huit axes :

- l'amélioration de la compréhension du **comportement d'adoption, par le consommateur**, des produits et services offerts par les infrastructures de recharge et les véhicules rechargeables associés ;
- l'amélioration des connaissances sur les **réactions à court, moyen et long terme des consommateurs** à des stimuli tarifaires ;
- le développement de **méthodologies de suivi à moyen et long terme du comportement des consommateurs**, ayant adopté des produits et services innovants en lien avec les infrastructures de recharge ;
- le développement de **méthodes d'analyse coûts – bénéfices** du déploiement des infrastructures de recharge, notamment pour asseoir leur financement sur des bases pertinentes ;
- le développement de travaux de prospective sur **l'évolution de l'environnement technologique des infrastructures de recharge** : évolution en termes de véhicules rechargeables, de technologies de recharge, de réseaux électriques intelligents. Cela afin d'évaluer, notamment, l'impact de ces évolutions sur les options en matière d'infrastructures de recharge ;
- le développement de **modèles d'affaires** et d'un **environnement de régulations favorable** à l'émergence de nouvelles activités, en particulier dans le cadre du déploiement des infrastructures de recharge à long terme ;
- la conception de **systèmes institutionnels** (règles, normes, cadres juridiques) adaptés à l'évolution du rôle des différents acteurs (collectivités, gestionnaires de réseaux de distribution, opérateurs de services de mobilité) ;
- le développement d'un **cadre concurrentiel stable** indispensable à la mise en œuvre d'investissements significatifs pour organiser la transition des réseaux électriques actuels vers des réseaux électriques intelligents.

Une **attention particulière** devra être portée d'une part **au choix des segments de consommateurs** dont on suivra les comportements (adoption, effet rebond⁴) et d'autre part **aux études prospectives** qui permettront d'évaluer les différentes options technologiques (bâtiments à énergie positive, véhicules électriques ou hybrides).

4 - Tout ou partie des gains liés à l'introduction d'une technologie ou d'un dispositif plus performant peut être annulé par des évolutions de l'usage desdites technologies ou des biens et services les incorporant. C'est ce qu'on appelle l'effet rebond.

> 7. Les besoins de démonstrateurs de recherche

Les réflexions précédentes permettent de hiérarchiser des besoins de démonstrateurs de recherche, ces technologies testées au stade expérimental entre la phase de recherche et l'industrialisation. Ils serviront de cadre au futur Appel à manifestation d'intérêt sur les infrastructures de recharge pour les véhicules rechargeables.

Une attention particulière sera accordée à la capitalisation des **retours d'expériences liés aux démonstrateurs de recherche déjà engagés** notamment sur la thématique des véhicules routiers à faibles émissions de gaz à effet de serre.

Les **complémentarités avec les futurs démonstrateurs de recherche** sur la mobilité, les bâtiments à énergie positive et les réseaux électriques intelligents seront également prises en compte.

Le groupe d'experts n'a pas souhaité être prescripteur d'options technologiques, organisationnelles ou socio-économiques. Les besoins de démonstrateurs de recherche sont spécifiés selon quatre fonctions. Libre aux futurs porteurs de projets de démontrer que les options technologiques, organisationnelles ou socio-économiques qu'ils portent sont les mieux à même de répondre aux fonctions définies.

1^{re} fonction : l'interopérabilité et l'adaptabilité des infrastructures de recharge au niveau national et européen

De telles infrastructures de recharge devront :

- être **multitension**, notamment pour pouvoir délivrer de la très basse tension pour les véhicules non équipés d'un chargeur embarqué ;
- accepter **différents modèles, marques et gammes de véhicules**, du 2-roues électrique au poids lourd ;
- être adaptées à des **flottes** de véhicules rechargeables de **différents volumes** et donc dimensionnées en conséquence ;
- accepter **différents modes de fourniture d'énergie** et notamment les sources renouvelables ;
- être adaptées ou adaptables à **différentes options d'implantation** (ex : borne isolée sur la voie publique, ensemble de bornes dans des stations de recharge) ;
- être **modulables dans leur conception et leur fonctionnalité**, notamment pour pouvoir s'adapter à des niveaux différents de volume de déploiement, qui seront fonction des différentes sphères possibles de déploiement.

Leur conception, leur implantation et leur maintenance devront également leur permettre d'être évolutives afin de **pouvoir intégrer les évolutions techniques** dans le domaine de la recharge des véhicules électriques (par exemple, l'induction).

2^e fonction : la sécurité, la fiabilité et la robustesse des infrastructures de recharge à l'échelle nationale comme européenne

Au-delà de leur capacité à prévenir les incidents aussi bien dans les sphères publique (voirie, parking public), domestique (chez le particulier) et de l'entreprise, les options technologiques choisies pour les infrastructures de recharge devront permettre un **fonctionnement sûr en mode dégradé**, tant pour les individus que les véhicules, notamment pour faire face à des actes de vandalisme.

Elles devront également être **cohérentes avec les normes européennes en préparation** en matière d'infrastructure de recharge pour les véhicules rechargeables.

3^e fonction : la communication voire l'intelligence des infrastructures de recharge

Les infrastructures de recharge devront être à la fois **communicantes et intelligentes**.

Communicantes afin de permettre la circulation d'informations entre le véhicule, la borne et l'utilisateur, par exemple pour renseigner sur l'état de disponibilité ou le niveau de tension requis.

Intelligentes afin d'assurer la recharge, mais aussi la gestion de l'utilisation du véhicule, comme l'horodatage, la location dans le cadre de l'autopartage ou le stationnement. Les infrastructures de recharge devront être associées à la gestion du réseau de distribution d'électricité pour permettre, par exemple, la recharge effective hors des périodes de pointe ou inversement la mobilisation des capacités de stockage résiduel des véhicules connectés pour venir en appui au réseau électrique.

Les démonstrateurs de recherche proposés permettront de **tester différents protocoles de communication**, notamment pour s'adapter aux différentes sphères possibles de déploiement.

4^e fonction : être insérées dans un modèle d'affaires adapté aux différentes sphères de déploiement envisageables

L'objectif est de concevoir, d'expérimenter puis de **déployer des environnements d'affaires** (y compris juridiques et réglementaires) **adaptés aux sphères de déploiement** des infrastructures de recharge : entreprise, sphère domestique et sphère publique. Ces dernières répondent à des logiques économiques spécifiques, par exemple des contraintes financières de nature différente liées à un rapport à l'endettement particulier. Elles demanderont des expérimentations de modèles d'affaires et des systèmes de régulation adaptés.

Feuille de route

sur les infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables

Les démonstrateurs de recherche proposés devront être des **projets intégrés et interdisciplinaires portant sur au moins deux des quatre fonctions** décrites ci-dessus.

Ils pourront prendre place **sur l'ensemble du territoire national** (métropole et DOM-COM). Les projets développés dans le cadre de la **coopération transfrontalière** sur les infrastructures de recharge et les véhicules rechargeables seront **éligibles**, à condition qu'une part significative du projet prenne place sur le territoire national.

Une attention particulière sera accordée aux possibilités de **transfert et de reproductibilité des options technologiques, organisationnelles et socio-économiques** déployées dans des contextes urbains similaires. Ce point est essentiel, d'une part pour l'industrialisation de la filière et d'autre part pour faire face aux objectifs du facteur 4 à l'horizon de 2050.

Les **démonstrateurs devront être réels** et permettre le déploiement et l'expérimentation d'un nombre significatif d'infrastructures de recharge dans différents espaces de déploiement. Néanmoins **certaines problématiques de recherche** pourront être traitées par **la modélisation et la simulation** ou donner lieu à des essais en laboratoire. Dans ce cadre, l'impact du déploiement d'un nombre important de bornes de recharge pourra être modélisé pour évaluer des boucles de distribution à l'échelle d'un ou de plusieurs postes sources (voir encadré p. 9).

La **taille** des démonstrateurs devra être suffisamment **significative** pour que les options technologiques, organisationnelles et économiques proposées puissent constituer de réelles preuves de faisabilité et de pertinence au regard de l'engagement de déployer de 1 à 2 millions de véhicules électriques à l'horizon de 2020.

Au-delà de l'adéquation entre les projets de démonstrateurs proposés et les fonctions décrites ci-dessus, une **attention particulière** devra être accordée :

- aux **bilans environnementaux** (notamment en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre) et **économiques** des démonstrateurs de recherche proposés et des répliques ultérieures envisagées ;
- à **l'impact** des options technologiques, organisationnelles et socio-économiques expérimentées sur le fonctionnement, le dimensionnement et la gestion des **réseaux de distribution d'électricité**.

Enfin, les démonstrateurs de recherche devront permettre d'éclairer les décideurs sur le cadre juridique et normatif à mettre en place et sur les problématiques transverses, notamment les besoins en matière de formation pour la maintenance des infrastructures de recharge.

> 8. Eléments de références bibliographiques

« **Feuille de route sur les réseaux et systèmes électriques intégrant les énergies renouvelables** »

ADEME

2008

« **Feuille de route sur les bâtiments et îlots à énergie positive et à bilan carbone minimum** »

ADEME

2010

« **Strategy paper, Smart System for the full Electric Vehicle** »

EPoSS

2008

« **Strategy paper, Electrification Approach to Urban Mobility and Transport** »

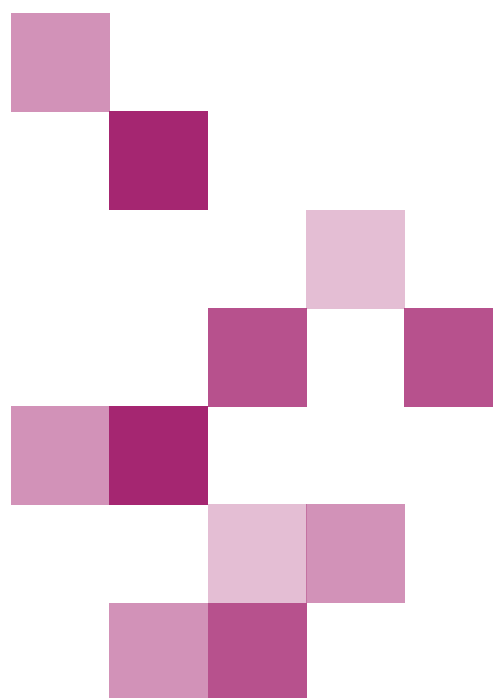
ERTRAC/EPoSS

2009

« **European Roadmap Electrification of Road Transport** »

ERTRAC/EPoSS/Smartgrids

2009



> 9. Annexe : Comparaisons internationales

L'évolution des véhicules électriques peut varier très fortement d'un pays à l'autre, en fonction de la disposition des infrastructures.

Par conséquent, au niveau international plusieurs initiatives, associant constructeurs automobiles et énergéticiens, émergent aujourd'hui pour expérimenter à l'échelle d'une ville un système de mobilité urbaine propre alliant véhicules électriques ou véhicules hybrides rechargeables et infrastructures de recharge. Parmi les plus ambitieux, il convient de mentionner :

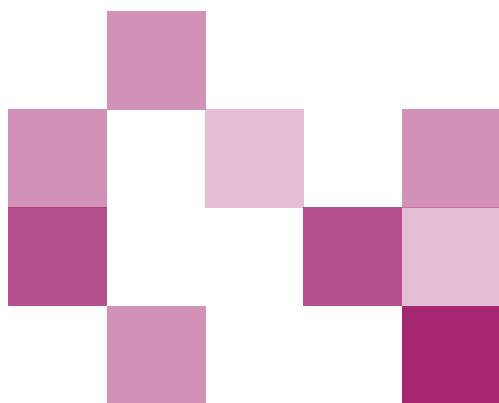
- l'annonce du gouvernement britannique de faire du Royaume-Uni la capitale des véhicules électriques et d'y implanter 250 stations de recharge en plus des 75 déjà présentes ;
- les projets norvégien et danois de se doter respectivement de 400 et 20 000 stations de recharge, accompagnées d'entreprises pionnières innovantes telles que Better Place (pour l'infrastructure) et Th!nk (pour les véhicules) ;
- VW et EON annoncent 20 véhicules hybrides rechargeables en test à Berlin d'ici à 2010 ;
- dans le cadre du projet « E-Mobility », soutenu par le gouvernement allemand, Daimler et le groupe RWE prévoient de réaliser un test grandeur nature pour développer un réseau de stations de recharge pour de futures voitures électriques dans plusieurs villes européennes ;
- TEPCO et les constructeurs japonais travaillent sur le véhicule hybride rechargeable au Japon avec notamment un système de recharge rapide ;
- Project Better Place en Israël, où la compagnie veut installer 150 000 bornes d'échange et de recharge de batteries ;

- « The EV project » du Department Of Energy aux USA prévoit le déploiement d'une première infrastructure de recharge pour l'été 2010 dans les villes principales de cinq Etats. De plus, l'université Delaware et la ville de Newark aux Etats-Unis mènent des études et conduisent des expérimentations sur le concept « Vehicle to Grid » (V2G) ;
- la politique volontariste des gouvernements allemand et français pour le développement d'un réseau de stations de recharge transfrontalier avec notamment la mise en place du premier projet au monde de démonstration autour du véhicule électrique dans la région entre Strasbourg et Stuttgart/Mannheim/Karlsruhe. Il a pour objet de démontrer les vues communes entre la France et l'Allemagne dans le domaine de la standardisation afin d'accélérer la création d'une norme européenne unique en matière de véhicules électriques et de concevoir les infrastructures nécessaires ;

Sur le plan technique, de nombreux travaux sont menés pour définir un standard de prise électrique côté véhicule. Ils reposent sur les échanges menés au niveau normatif par les groupes de travail ISO⁵, CEI⁶ (Europe, monde) et SAE⁷ (USA). Jusqu'ici l'absence de standard unique pour la connectique de l'infrastructure de charge a conduit à la multiplication de prises différentes, avec l'Asie et les Etats-Unis d'un côté et l'Europe de l'autre.

Aux Etats-Unis et au Japon, le standard s'oriente vers une alimentation monophasée pour la charge normale et continue pour la charge rapide. En Europe, le standard s'oriente vers une alimentation monophasée ou triphasée pour la charge lente et triphasée pour la charge rapide.

Le moyen de communication borne/véhicule est en cours d'étude au sein de la CEI/ISO. Les questions d'une communication filaire ou sans fil ainsi que celle du débit ne sont pas tranchées à ce jour.



5 - L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est le plus grand producteur et éditeur mondial de normes internationales.

6 - La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

7 - La Société des ingénieurs de l'automobile (The Society of Automotive Engineers - SAE), née en 1905 aux Etats-Unis, élabore des normes dans les domaines de l'automobile et de l'aérospatial.

L'ADEME en bref

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la triple tutelle du ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, du ministère de l'Industrie, de l'Énergie et de l'Économie numérique et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Elle participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

www.ademe.fr

