
Etude sociétale sur la recharge des véhicules électriques en milieu urbain

2020-2021



Partenaires

Cette étude sociétale d'intérêt général s'intéresse largement aux questions liées à la voiture électrique et à sa recharge particulièrement en milieu urbain. Elle repose sur un partenariat pluridisciplinaire original croisant les sciences humaines et sociales à l'analyse du contexte actuel pour proposer une série de préconisations.



Enedis est responsable du réseau de distribution d'électricité sur 95% du territoire métropolitain. Avec la majorité des bornes qui se connecte au réseau de distribution, l'entreprise de service public est en première ligne sur le déploiement des infrastructures de recharges pour les véhicules électriques, sur le domaine public comme privé. Pour réussir le développement massif de la mobilité électrique, Enedis se mobilise en partenariat, anticipe la croissance des demandes et accompagne les projets des collectivités, entreprises, particuliers.

Enedis en Auvergne-Rhône-Alpes a réalisé l'état des lieux de la mobilité électrique en France et sur la Métropole de Lyon : Richard Robin, Caroline Campo-Spadea.



Le **TUBÀ** (Tube à expérimentations urbaines) est une association qui accompagne les acteurs urbains (grand public, entreprises, collectivités, associations, laboratoires de recherche) à innover ensemble pour mieux vivre en ville grâce à des méthodologies issues du design, de la psychologie et des sciences de gestion. Cette association est incarnée par un tiers-lieu favorisant les rencontres, réflexions et actions entre ces différents acteurs.

Le TUBÀ a réalisé l'étude auprès des utilisateurs de véhicules électriques sur la Métropole de Lyon : Mathis Cacheux.



Le **Laboratoire d'Excellence Intelligences des Mondes Urbains (LABEX IMU)**, au sein de l'Université de Lyon, repose sur la pluralité scientifique pour répondre aux enjeux des mondes urbains, de leur histoire à leur devenir. IMU, c'est 34 laboratoires de recherche, parmi lesquels EVS (Environnement Ville Société, UMR 5600) qui rassemble une communauté de chercheurs en sciences humaines et sociales et s'intéresse aux sociétés sous l'angle du changement, de l'action et de la transformation environnementale. **Le laboratoire EVS, membre du LABEX IMU, a réalisé l'étude auprès des acteurs de la mobilité électrique sur la Métropole de Lyon : Jean-Yves Toussaint, Sophie Vareilles (collaboration : Stéphane Autran).**



L'**ADEME**, agence de la transition écologique, participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable, notamment en faveur des mobilités douces, propres et alternatives. En Région Auvergne-Rhône-Alpes, l'ADEME participe avec les acteurs territoriaux au développement du mix énergétique dans les transports (bioGNV, électrique, hydrogène). L'ADEME a aidé au déploiement des IRVE avec les aides du Programme Investissements d'Avenir et a dressé un état des lieux des installations de recharge financièrement soutenues depuis 5 ans en identifiant les axes de progrès et recommandations pour améliorer le déploiement de la recharge de la région.

L'ADEME en Auvergne Rhône Alpes a cofinancé et soutenu cette étude : Anne-Sophie Banse Herrebaut.



L'**Institut Smart Grids** fédère en Auvergne-Rhône-Alpes les acteurs publics-privés de référence en matière de Smart Grids. Avec son réseau d'expertises au sein de ses membres adhérents et partenaires, il intervient selon 3 axes : la formation professionnelle et académique, l'innovation et les projets énergétiques locaux, le développement industriel en France et à l'International. L'Institut propose une vision des Smart Grids plaçant les citoyens au cœur des évolutions énergétiques. Les réseaux intelligents, qui combinent les technologies du numérique aux systèmes énergétiques, accompagnent ainsi l'évolution des attentes des citoyens en matière de transport propre, d'efficacité énergétique, de production renouvelable et d'engagement local.

L'Institut Smart Grids a cofinancé et piloté cette étude : Caroline Campo-Spadea.

Sommaire

6 | Synthèse

> 6 mois d'investigation, 50 personnes interrogées, 3 chapitres : ce qu'il faut retenir de cette étude sociétale et de ses principales préconisations.

8 | Etat des lieux de la mobilité électrique en France et sur la Métropole de Lyon

Amorçons ! Pour comprendre les questions soulevées par la mobilité électrique et celles de sa recharge, tour d'horizon actuel proposé par les équipes d'Enedis, de France à la Métropole de Lyon, en passant par la Région Auvergne-Rhône-Alpes.

10 | Quels sont les enjeux de la mobilité électrique ?

> Entre santé, écologie, énergie et transport, la mobilité électrique propose une réponse à une partie des enjeux environnementaux alors que les besoins de mobilité se renforcent, particulièrement dans les villes.

15 | Quelles politiques publiques orientent l'action ?

> Ambitions, prescriptions et mécanismes d'incitations financières sont les leviers de l'action publique et collective.

22 | Quels sont les acteurs en présence ?

> Les parties prenantes de l'écosystème mobilité électrique sont nombreuses et en pleine évolution. Silotées aujourd'hui, chaque filière devra demain travailler ensemble.

24 | Véhicules électriques, pour qui ?

> Des entreprises, utilisatrices historiques, aux particuliers de plus en plus séduits par le véhicule électrique, qui sont ces électromobilistes d'aujourd'hui et de demain ?

27 | Quelles perspectives pour le véhicule électrique ?

> Avec ses caractéristiques techniques et fonctionnelles, la voiture électrique répond à la plupart des usages. Mais des challenges demeurent, environnementaux, économiques, techniques pour assurer son développement soutenable et durable.

33 | Quelles solutions de recharge ?

> Aujourd'hui et demain, deux mondes évoluent en parallèle : tandis que les solutions de recharge existantes s'essaient progressivement, l'innovation autour de la recharge émerge.

43 | Quelles projections sur la Métropole de Lyon ?

> Sur la Métropole de Lyon, le développement de la mobilité électrique sera plus rapide qu'ailleurs. Cartes et chiffres clés.

48 | Etudes et analyses

Enquêtons ! En marche, la mobilité électrique est encore peu visible à Lyon, pourquoi ? Quels sont les freins à l'action, les problèmes non résolus ? Quelles sont les pistes de solutions ?

Questions posées aux équipes du TUBÀ et du laboratoire EVS - Labex IMU.

50 | Perceptions et usages de la recharge des utilisateurs de véhicules électriques

> 10 entretiens et 1 atelier d'idéation : une étude en deux temps pour comprendre les usages et les perceptions de la recharge des utilisateurs actuels de véhicules électriques.

51 | Perceptions et usages de la recharge électrique sur la Métropole de Lyon

> Si les usages de la recharge sont hétérogènes par nature, les perceptions autour de la recharge fédèrent.

56 | Des solutions de recharge en fonction des profils d'utilisateurs

> Milos, professionnel multipliant les déplacements urbains
> Manon, professionnelle amenée à faire des déplacements longs occasionnellement
> Sylvie, retraitée effectuant de courts trajets urbains
> Abel, jeune actif se rendant au travail en voiture
> Arielle et Erwann, touristes de passage à Lyon

63 | Accès à la recharge en milieu urbain ou la question de la praticité des véhicules électriques

> 20 entretiens auprès des acteurs de la mobilité électrique (automobile, bâtiment, opérateur de bornes...) sur la Métropole de Lyon pour interroger la praticité de la recharge et révéler les problèmes non résolus.

64 | Praticité de la recharge et les problèmes de l'enquête

> Malgré les actions publiques favorables et l'intérêt que suscite le véhicule électrique au sein des publics, l'accès aux bornes de recharge notamment en milieu urbain dense constitue un frein important à sa généralisation. **9 hypothèses de travail.**

66 | Le fil à la roue, analyses et résultats

- > Le double problème de la recharge : disponibilité et durée
- > Recharge et autonomie limitent la compétitivité des véhicules électriques
- > Le droit à la prise, la lettre ou l'esprit de la loi
- > La satisfaction du droit de la prise dépend de la volonté (possibilité) des copropriétaires
- > La disponibilité des bornes et le développement des véhicules électriques
- > Doutes sur l'innocuité environnementale
- > Les coûts restent rédhibitoires et limitent l'accès
- > Une demande en bornes de recharge qui reste faible
- > Les alternatives pourraient favoriser l'attentisme

82 | Conclusion & préconisations

Agissons ! La mobilité électrique est à voir de manière globale, impliquant plusieurs couches de réalités : sociale, économique, écologique, technique et scientifique.

84 | Organisation et gouvernance

> Les pratiques et les usages au centre des réflexions d'électrification de la mobilité : politiques publiques, programmes de recherche et de développement, schémas de déploiement des bornes.

87 | Technologies et innovations

> L'imagination technique pour susciter les inventions et résoudre les problèmes rencontrés par les publics dans leurs pratiques du véhicule électrique et de sa recharge.

89 | Modèles économiques

> Vers une économie de l'usage, de l'entretien et de la réparation, au service d'une économie plus durable, circulaire et de service.

91 | Information et communication

> Objectivité et transparence de l'information et de la communication pour rendre compte, un guide universel de l'électromobiliste.

93 | Envie de creuser la question ?

Entre bibliographie, ressources documentaires et de données

95 | Remerciements

Synthèse

L'Institut Smart Grids présente une étude sociétale sur la recharge des véhicules électriques en milieu urbain. Elle repose sur un partenariat pluridisciplinaire original qui mobilise les sciences humaines et sociales pour comprendre les problématiques de la recharge du point de vue des utilisateurs de véhicules et des acteurs de la mobilité électrique. Elle propose une série de préconisations qui place l'humain, ses pratiques et ses usages au centre des réflexions.

Pourquoi cette étude ?

La littérature sur la mobilité électrique s'intéresse peu aux usages et aux pratiques en matière de recharge des véhicules électriques. Pourtant, dans toute histoire d'innovation, l'acceptabilité par les publics d'une nouvelle technologie et son développement à grande échelle relève d'enjeux sociaux, humains et sociétaux. Face à ce constat, cette étude s'intéresse à la **recharge des véhicules électriques en milieu urbain**, là où les problématiques de la recharge s'exacerbent, du **point de vue des utilisateurs de véhicules et des acteurs clés de la mobilité électrique** (garagistes, concessionnaires, opérateurs de bornes, promoteurs, bailleurs, électriciens...). Elle explore les dimensions humaines et sociales pour comprendre les perceptions, les usages, les raisons sociotechniques qui encouragent ou découragent l'usage du véhicule électrique et de sa recharge. Elle vise à éclairer les débats actuels en Région Auvergne-Rhône-Alpes et sur la Métropole de Lyon.

Par qui ?

Soutenue par l'ADEME Auvergne-Rhône-Alpes, **cette étude mobilise une équipe pluridisciplinaire** (pages 2-3) : Enedis en Région Auvergne-Rhône-Alpes, gestionnaire des réseaux de distribution publique d'électricité, acteur clé dans le déploiement d'infrastructures de recharge sur la voie publique et le résidentiel collectif ; le TUBÀ Lyon, acteur incontournable sur la Métropole de Lyon dans l'accompagnement des politiques urbaines ; EVS - Labex IMU, laboratoire de recherche spécialisé dans l'évolution des sociétés et les transformations urbaines ; l'Institut Smart Grids, spécialiste des réseaux intelligents.

Avec quelle méthode ?

1. **L'analyse du contexte actuel de la mobilité électrique** en France, en Région Auvergne-Rhône-Alpes et sur la Métropole de Lyon, propose un large état des lieux des problématiques du véhicule et de sa recharge, les deux aspects étant indissociables, sous la forme d'un guide pratique (pages 8 à 47). Si le contexte de la mobilité électrique est favorable, les questions sont nombreuses et sources de paradoxe. Sur la Métropole de Lyon, la dynamique de l'électrique sera plus rapide qu'ailleurs (pages 42 à 47).
2. **L'étude qualitative auprès d'utilisateurs de véhicules électriques sur la Métropole de Lyon** révèle les principales perceptions et attentes, les usages actuels et les pratiques hétérogènes des électromobilistes d'aujourd'hui (pages 48 à 62). Elle conforte la question des usages dans les réflexions autour de la recharge.
3. **L'étude qualitative auprès des acteurs clés de la mobilité électrique** (garagistes, concessionnaires, opérateurs de bornes, promoteurs, bailleurs, électriciens...) met en exergue les problèmes relatifs au déploiement de la recharge selon les différentes filières : économiques, sociotechniques, organisationnels, informationnels (pages 63 à 81).
4. **Des préconisations orientées en 4 axes** (pages 83 à 92).

Quels résultats ?

En s'intéressant à l'expérience du véhicule électrique et des bornes de recharge par les utilisateurs et les opérateurs, cette étude interroge les politiques d'électrification de la mobilité. Elle propose une série de préconisations autour de 4 axes :

Axe 1 - Organisation et gouvernance (page 84)

C'est placer l'usage, l'expérience utilisateur et les pratiques au centre des réflexions afin de conduire les transformations organisationnelles et sociales en profondeur, de façon complémentaire et holistique :

- un volet « conduite du changement » dans les stratégies territoriales, politiques publiques et plans d'action mobilité
- des observatoires des usages de la mobilité électrique
- la motorisation électrique intégrée aux politiques urbaines de la mobilité : promotion, valorisation et facilitation de l'usage
- la coexistence de solutions de mobilité en compétition mais complémentaires
- la modélisation des besoins en recharge ouvertes aux publics tenant compte des usages et de paramètres dynamiques socioéconomiques
- des politiques de R&D volontaristes en matière de mobilité électrique
- des initiatives sur la recharge à proximité de zones d'habitats résidentiels collectifs.

Axe 2 - Technologies et innovations (page 87)

C'est penser de manière pratique et résoudre les problèmes rencontrés par les publics (sociaux, économiques, environnementaux) par l'innovation :

- des inventions pour l'émergence de nouvelles techniques et modèles/organisations
- des bornes de recharges plus pratiques
- des bornes connectées et intelligentes
- des bornes intégrées et intégrables dans les politiques d'aménagement et de mobiliers urbains
- les alternatives au tout électrique pour toujours innover et ne pas obérer l'avenir.

Axe 4 - Information et communication (page 91)

C'est développer la transparence de l'information et de la communication autour de la mobilité électrique en matière environnementale, sociale, économique, technique, esthétique, etc.

- objectivité de l'information et de la communication pour développer la responsabilité des publics
- information sur les obligations et solutions possibles en matière de recharge
- information sur les enjeux globaux du véhicule électrique et son environnement fonctionnel
- un guide de l'électromobiliste.

Axe 3 - Modèles économiques (page 89)

C'est l'opportunité de créer de nouveaux cercles vertueux et chaînes de valeur à même de répondre aux enjeux actuels. De sa fabrication à son recyclage, en passant par son usage et ses services rendus, il s'agit de fonder :

- une économie de l'usage, de l'entretien et de la réparation en remplacement d'une économie de la consommation, de la destruction, du gaspillage, de l'obsolescence programmée
- une contribution majeure à une économie décarbonnée
- une économie circulaire, d'échanges
- une économie de service, *mobility as a service*.

I. Etat des lieux de la mobilité électrique en France et sur la Métropole de Lyon

De quoi parle-t-on ?

La mobilité électrique, c'est d'abord de la mobilité. Ne se limitant pas aux seules voitures, elle couvre l'ensemble des modes de mobilités : scooters, vélos, trottinettes, bateaux, bus... Il est question de transports, de politiques de déplacements, de stratégies urbaines. La mobilité électrique, c'est aussi une question sociale et humaine. Elle s'adresse à l'automobiliste, au citoyen, français, piéton, cycliste, citadin, rural. Elle touche aux besoins de déplacements et bouleverse les comportements et les usages. La mobilité électrique, c'est une nouvelle page dans l'histoire des mobilités, quand le monde automobile rencontre celui de l'électricité.

Sur les décennies à venir, la voiture électrique est appelée à prendre une part croissante dans la mobilité des français. Elle occupera une position prépondérante dans l'offre globale des véhicules à faible émission, dits propres. Son accueil massif dans le paysage automobile oblige dès maintenant à anticiper le déploiement de l'infrastructure de

recharge associée, qu'elle soit publique ou privée, nécessaire à son utilisation. Par synthèse, "*véhicule électrique*" désigne les véhicules électriques (avec batteries) ou hybrides rechargeables (qui ont aussi une batterie), à l'exclusion des véhicules hybrides non rechargeables, équipés de prolongateurs d'autonomie ou encore des véhicules à hydrogène.

Parce qu'elle va concerner des millions de français et qu'elle révèle des défis économiques, écologiques, techniques, humains, **cet état des lieux s'intéresse largement aux questions que soulève la voiture électrique et sa recharge, les deux aspects étant indissociables du point de vue des utilisateurs.** La mobilité électrique est une question protéiforme, au confluent des différentes filières (santé, climat, énergie, mobilité et transport, industrie automobile, bâtiment) et enjeux (législatifs, politiques, économiques, techniques, écologiques, humains). Tour d'horizon et état des lieux, en France et sur la Métropole de Lyon, de ce mouvement qui va continuer de s'intensifier.

1.1	Quels sont les enjeux de la mobilité électrique ?	p.10
1.2	Quelles politiques publiques orientent l'action ?	p.15
1.3	Quels sont les acteurs en présence ?	p.22
1.4	Véhicules électriques, pour qui ?	p.24
1.5	Quelles perspectives pour le véhicule électrique ?	p.27
1.6	Quelles solutions de recharge ?	p.33
1.7	Quelles perceptions pour la Métropole de Lyon ?	p.42

1.1

Quels sont les enjeux de de la mobilité électrique ?



Entre santé, écologie, énergie et transport, la mobilité électrique est à la confluence d'enjeux globaux de société : amélioration de la qualité de l'air (moins de pollution), réduction des émissions de gaz à effet de serre (moins de CO₂), sobriété énergétique (moins d'énergie consommée), stratégie urbaine (moins de voitures), la mobilité électrique propose une réponse à une partie des enjeux environnementaux alors que les besoins de mobilité se renforcent.

LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DE LA MOBILITE

Santé publique et qualité de l'air

La pollution atmosphérique est un enjeu de santé publique, largement impactée par le secteur du transport. Partout, les citoyens et collectivités se préoccupent de l'impact de la qualité de l'air sur la santé, particulièrement dans les grandes villes. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), les habitants des grandes métropoles pourraient gagner 5 à 7 mois d'espérance de vie si les niveaux de pollution se rapprochaient des seuils recommandés. En France, 48 000 décès prématurés sont liés à une exposition régulière à la pollution de l'air [Santé Publique France, 2016¹].

Dans l'air, 2 polluants majeurs émanent de l'activité humaine et essentiellement du transport : le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules fines (PM). Selon l'Observatoire Régional Climat Air Energie Auvergne-Rhône-Alpes (ORCAE²), presque 2/3 de la pollution aux dioxydes d'azote proviennent du transport. Son impact est plus fort en Région Auvergne-Rhône-Alpes et sur la Métropole de Lyon qu'ailleurs, d'après la répartition sectorielle du Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA). Quant aux particules fines, elles découlent autant des activités de transport que des activités résidentielles (chauffage) et industrielles. Depuis 2000, ces émissions ont connu des baisses significatives mais encore insuffisantes : 98% de la population métropolitaine lyonnaise reste exposée chaque année aux particules PM10 (ORCAE, 2018). Cette baisse des émissions due à la circulation automobile

est en effet relative. Elle est liée au renouvellement du parc automobile depuis 20 ans et à la généralisation des filtres à particules pour les véhicules diesel dès 2011, mais elle a été contrebalancée par l'allongement des distances parcourues et l'augmentation des véhicules lourds type SUV (ORCAE).

61%

des émissions de NO₂ issues du transport sur la Métropole de Lyon, **62%** en Région Auvergne-Rhône-Alpes



-51%

depuis 2000 sur la Région Auvergne-Rhône-Alpes et la Métropole de Lyon

33%

des particules PM10 issues du transport sur la Métropole de Lyon, **12%** en Région Auvergne-Rhône-Alpes

-52%

depuis 2000 sur la Métropole, **-33%** en Région

2 POLLUANTS MAJEURS DE L'AIR LIÉS AU TRANSPORT

Le dioxyde d'azote (NO₂) est principalement rejeté par les pots d'échappement lors de la combustion du carburant. A eux seuls, les véhicules diesels (poids lourds, utilitaires, véhicules légers) sont responsables de 60% de ces émissions. Les centres-villes et zones à proximité des grands axes routiers restent les plus exposés.

Les particules fines (PM) sont des poussières en suspension classées en fonction de leur taille : PM10 pour les particules grossières dont le diamètre est inférieur à 10 µm (microns), PM2.5, dites particules fines, pour celles dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm, les plus dangereuses pour la santé.

1- Santé publique : www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0156Ra-Sante.pdf
2- www.orcae-auvergne-rhone-alpes.fr

Urgence climatique et gaz à effet de serre

L'effet de serre est un phénomène naturel et fragile dont l'équilibre est impacté par les activités humaines fortement émettrices de Gaz à Effet de Serre (GES) comme l'utilisation des énergies fossiles et les transports. Parmi les gaz à effet de serre, la concentration en dioxyde de carbone (CO₂) est une des causes responsables du changement climatique. Mesurée en particules par million (ppm), elle n'a jamais été aussi élevée sur Terre passant le seuil des 400 ppm en 2013. Pour les scientifiques, son niveau dans l'atmosphère ne devrait pas dépasser les 350 ppm afin de contenir la hausse mondiale des températures.

Le secteur du transport représente à l'échelle mondiale 1/3 des émissions de CO₂ dont plus de la moitié est attribuée aux véhicules légers, l'autre moitié aux autres moyens de transports (INSEE, avril 2019). Depuis 2000, les émissions de CO₂ sont en baisse sur la Métropole de Lyon et la Région Auvergne-Rhône-Alpes, tous secteurs d'activités confondus (ORCAE, 2018), une réduction plus franche en centre urbain qu'en Région traduisant l'effet des politiques publiques à abaisser la circulation dans les villes. A l'échelle d'un individu lyonnais, l'usage de son transport privé représenterait 2,5 tonnes de CO₂ sur ses 5,3 tonnes générées en moyenne par an (Le climat entre nos mains, 2017³).

29%

des émissions de CO₂ issues du transport sur la Métropole de Lyon, **31%** en Région Auvergne-Rhône-Alpes



-8%

d'émissions de CO₂ liées au transport depuis 2000 sur la Métropole de Lyon

Consommation énergétique

La production et la consommation d'énergie ont des impacts sur la qualité de l'air et le climat. Celles liées à la mobilité ont donc aussi toute leur importance dans la balance écologique.

A l'image de la France, 1/3 de la consommation finale d'énergie en région Auvergne-Rhône-Alpes sert au transport (ORCAE, 2018). Cette part augmente régulièrement

depuis plusieurs années alors que la consommation globale d'énergie diminue partout, en France comme sur la Métropole de Lyon malgré la hausse de la population (ORCAE, 2018). Le transport est moins énergivore sur la Métropole de Lyon du fait de la densité du territoire et du maillage important des transports en commun. En tête de liste, la voiture individuelle représente 48% des consommations énergétiques du secteur contre un tiers pour les poids lourds et 4% pour les transports en commun alors qu'ils assurent 20% des déplacements de personnes (PCAET Lyon, 2019⁴).

Les énergies fossiles (produits pétroliers, gaz), principalement utilisées dans les transports. Elles représentent 61% des consommations finales tous secteurs confondus en région Auvergne-Rhône-Alpes (ORCAE, 2018). Quant à l'électricité, renouvelable ou non, elle constitue 28% de la consommation finale et sa part augmente depuis 30 ans alors que celle des produits pétroliers recule. En revanche, les produits pétroliers restent l'énergie la plus consommée dans les transports (92% en Région) faisant l'objet de fortes importations. Mais depuis 15 ans, les autres énergies utilisées pour la mobilité progressent avec les organo-carburants (7%) et l'électricité (1%).

Le développement de la mobilité électrique devrait encore accroître la part de l'électricité dans la consommation énergétique globale, permettant d'abaisser les émissions de polluants liées aux énergies fossiles. En effet, le mix énergétique français de la production permet de garantir une électricité décarbonée à 86% (RTE, 2018).

24%

de l'énergie finale est utilisée pour les transports sur la Métropole de Lyon, **33%** en Région Auvergne-Rhône-Alpes, **+11%** depuis 1990, **+23%** en Région



28%

de l'énergie finale est électrique **+50%** depuis 1990

3 - leclimatentrenosmains.org
4 - https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/grands-projets/concertation-reglementaire/20190524_projet-pcaet.pdf

NOTIONS ENERGETIQUES

L'énergie finale ou disponible est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer,...).

Par énergie, il peut s'agir d'énergie électrique, gaz, produits pétroliers, charbon, déchets... Le bâtiment (résidentiel et tertiaire) est le secteur le plus énergivore, toutes énergies confondues.

Une énergie est renouvelable quand elle utilise dans son processus de production des matières premières qui se reconstituent plus vite qu'elles ne s'épuisent : hydraulique, éolienne, solaire et biomasse (produite par la combustion).

Une énergie est décarbonée ou plutôt bas carbone quand elle n'émet pas ou peu de gaz à effet de serre durant son processus de production. Une énergie décarbonée n'est pas synonyme d'énergie renouvelable.

Stratégie urbaine

Moins de voitures dans les stratégies urbaines, lutte contre "l'autosolisme" (le fait d'être seul dans sa voiture) guident une partie de cette quête de tranquillité urbaine et de reconquête de l'espace public.

Omniprésente dans les villes, la pollution sonore due au trafic routier est une préoccupation des collectivités et des citoyens. Les diagnostics bruits dénoncent sans surprise les grands axes routiers. La circulation représente entre 60 et 80 décibels soit l'équivalent d'un aspirateur en fonctionnement (Plan Environnement Sonore Métropole de Lyon). Pour l'OMS, l'exposition constante au bruit constitue un problème de santé publique. Les voitures électriques émettent en moyenne 10 décibels de moins que les thermiques : 56 décibels au minimum, obligatoires en-dessous de 20 km/h pour des questions de sécurité (être entendu) contre 65 décibels. D'après l'IFFSTAR¹, l'impact de ces décibels de moins à l'échelle du trafic routier sera perceptible quand la proportion de véhicules peu bruyants sera majoritaire. C'est donc bien la baisse du trafic et le remplacement progressif du parc de véhicules par des électriques, moins bruyants, qui diminueront au global les nuisances sonores.

Bonne nouvelle, la Métropole de Lyon qui accueille chaque jour 4 millions de déplacements quotidiens, a vu la part de l'automobile diminuer en 10 ans. Elle représente 42% de la part modale en 2015, soit moins 10% depuis 2005

(Sytral, 2015²). D'ici 2030, l'ambition de la Métropole est de réduire cette part de 9% (PCAET Lyon, 2019) en misant sur les 58% de trajets de moins de 3 km encore effectués en voiture. Ce recul de la voiture profite aux transports collectifs, au vélo et à la marche, et peut en partie s'expliquer par un taux d'équipement automobile par ménage grand lyonnais en diminution sur la Métropole, une tendance de fond qui suit celle du national. La Plateforme de la Filière Automobile (PFA) projette la décroissance du parc de véhicules particuliers de 0,3% par an, passant de 38,8 millions de véhicules aujourd'hui à 37 millions en 2035.

Paradoxalement, de moins en moins utilisée, la voiture prend pourtant une place prépondérante dans la ville. 5% du temps en circulation, 95% en stationnement, la voiture occupe 80% de la voirie publique alors qu'elle assure moins de la moitié des déplacements totaux, selon la Direction de la prospective de la Métropole de Lyon (Millénaire 3, 2019³). En stationnement, chaque véhicule occupe ainsi 10 m² d'espace, l'équivalent de 14 vélos. Face à ce constat, la Métropole de Lyon a engagé une politique de réappropriation de l'espace public. En 10 ans, des milliers de places de stationnement sur la voirie ont ainsi été supprimées et transformées pour d'autres usages (places pour personnes à mobilité réduite - PMR, pistes cyclables, nouveaux services de mobilité...).



42%

c'est la part modale de la voiture sur la Métropole de Lyon, en baisse de -10% en 10 ans

80%

de la voirie publique est occupée par la voiture

1 - <https://www.ifsttar.fr/ressources-en-ligne/espace-science-et-societe/risques-et-environnement/dossiers-thematiques/quelles-solutions-face-au-bruit-en-milieu-urbain/impact-sonore-des-vehicules-electriques-et-hybrides/>

2 - <http://www.sytral.fr/474-sur-l-aire-metropolitaine-lyonnaise.htm>

3 - <https://www.millenaire3.com/>

FACE A UN BESOIN DE MOBILITE

Prix élevés du logement, concentration de la population, de l'activité économique et de l'innovation dans les centres-villes, le phénomène de métropolisation accentue globalement les mobilités quotidiennes. Malgré des enjeux environnementaux forts, elles sont plus importantes qu'ailleurs encore beaucoup effectuées par des véhicules particuliers. Le temps consacré aux déplacements ne cesse d'augmenter (IPSOS Transdev, 2019) : 27 minutes en moyenne entre le domicile et le travail sur la Métropole de Lyon, soit 4 minutes de plus qu'en 2006. Les distances s'allongent aussi : un habitant de la Métropole réalise 17 km par jour, +7% qu'il y a 10 ans (Enquête déplacements Sytral, 2015). Face à ce besoin de mobilité, la stratégie multimodale se développe et les solutions collectives sont préférées favorisant l'individualisation des modes de déplacement sans nourrir l'individualisme.

Du multimodal pour s'adapter aux besoins de déplacements

Tout concorde. Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), Plan de Déplacement Urbain (PDU), Plan Climat Air Energie (PCAET), Zones à Faible Emission (ZFE), Plan sur les mobilités actives,... amènent les villes à développer une mobilité multimodale qui réponde aux enjeux environnementaux et urbains, ainsi qu'aux besoins variés des citoyens en recherche de flexibilité.

Pour satisfaire les différents besoins, de nouveaux services de mobilité viennent s'ajouter aux modes de transports existants. Ils sont complémentaires et répondent à une

demande croissante de souplesse. L'apparition de services d'autopartage, de scooters électriques en libre-service, de trottinettes électriques, de vélos en free floating,... témoigne des changements à l'œuvre dans notre façon de nous déplacer mais aussi dans nos modes de vie.

L'émergence d'une offre de transport multimodale répond à une attente croissante de flexibilité des citoyens dans un contexte d'urbanisation. Alors que 7 salariés sur 10 utilisent leur voiture individuelle pour aller travailler en France (INSEE, 2015⁴), l'usage des transports en commun se développe fortement dans les zones urbaines. Lyon est la seule ville après Paris (première couronne seulement) où les salariés se déplacent plus en transports en commun qu'avec leur voiture : 41% y ont recours, alors que 35% utilisent la voiture (INSEE, 2015).

Ils sont aussi plus nombreux à utiliser les services d'autopartage. Les contraintes qui pèsent sur la propriété personnelle d'un véhicule en ville incitent aux changements. Par exemple, un véhicule en free floating partagé par des centaines d'utilisateurs est plus économique pour un particulier que de posséder sa propre voiture et de l'utiliser occasionnellement, tout en lui apportant une plus grande flexibilité d'usage. Pour la collectivité, l'autopartage permet de réduire globalement l'usage de la voiture, de remplacer 10 voitures personnelles et de libérer 9 places de stationnement pour un véhicule autopartagé (enquête Citiz, 2016⁵). Aujourd'hui, ces résultats sont loin d'être atteints et restent marginaux : seul un développement massif de l'autopartage fera de ce mode un levier pour une mobilité durable (enquête autopartage ADEME, 2019⁶). Par ailleurs, les initiatives qui se développent à ce jour ne semblent pas relancer l'appétence pour ce type d'alternatives à la voiture individuelle. Les pratiques de mutualisation des véhicules séduisent moins les français, d'après le baromètre annuel de l'ADEME (les Français et l'environnement, 2019⁷) : le covoiturage est bien perçu par 77% des français (mais baisse de 10 points) et les services d'autos en libre-service par 64% des Français (en chute de 14 points).

4 - <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3714237>

5 - <https://citiz.coop/presse/enquete-nationale-autopartage>

6 - <https://www.ademe.fr/enquete-nationale-lautopartage-edition-2019>

7 - <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/synthese-barometre-environnement-air-energie-vague6-2019.pdf>

A l'électrique grandissant dans la mobilité collective

Tous les territoires avancent dans leur choix d'une mobilité propre et durable. Leur vision est multimodale et souvent multiénergie ; l'électromobilité fait partie des solutions aux côtés du gaz et de l'hydrogène. L'électrique est perçue comme incontournable pour les usages ne pouvant pas se déporter sur d'autres modes de transport (Cabinet Wavestone, 2019). Très tôt, La Métropole de Lyon a engagé des projets de mobilité électrique pour ses solutions collectives de déplacements.

> Electrification des bus

La Loi sur la transition énergétique et pour la croissance verte (LTCEV) encourage l'offre de transports collectifs propre. Pour les flottes de 20 bus et plus, elle impose que 50% des bus soient renouvelés par des modèles à faibles émissions dès 2020, 100% en 2025. Sur la Métropole de Lyon, 75% des déplacements effectués en transport en commun se font déjà en électrique. Son réseau de trolleybus est notamment le plus important d'Europe. 100% des nouvelles acquisitions de bus sont aujourd'hui électriques et d'ici 2025, 250 nouveaux bus à faibles émissions (l'énergie n'est pas encore définie) circuleront sur la métropole lyonnaise (Sytral). 2 bus à l'hydrogène seront également testés dont la recharge sera assurée par la Compagnie Nationale du Rhône (CNR).

> Autopartage, free floating

Sur la Métropole de Lyon les solutions d'autopartage se développent depuis 2008 :

- l'arrivée du réseau Citiz LPA (ex France Autopartage) qui compte aujourd'hui 125 véhicules en libre-service et 50 stations en 2020 sur la métropole
- à partir de 2017, Yea! enrichit l'offre free floating de Citiz en proposant un service plus flexible. L'utilisateur n'est plus tenu de réserver à l'avance le véhicule, il peut l'utiliser sans limite de durée et surtout peut le restituer sur n'importe quelle place de parking sur Lyon et Villeurbanne
- Avec le premier parc de véhicules en libre-service 100% électrique, BlueLy est précurseur en 2013. Son parc comptait 250 véhicules électriques pouvant être empruntés et restitués sur l'un de 500 points de charge du réseau (100 stations) répartis sur les communes du Grand Lyon et l'aéroport Lyon-Saint-Exupéry. Les propriétaires de voitures électriques pouvaient aussi s'y garer pour recharger même

si le modèle d'activité de Bluely restait la location de ses voitures. Au cours de l'été 2020, l'entreprise annonce mettre fin à son service sur la Métropole de Lyon.

> Perspective des Hôtels de Logistique Urbaine

Les Hôtels de Logistique Urbaine (HLU) sont les nouveaux outils de l'action publique pour désengorger les villes, le premier et le dernier kilomètre. En 2019, LPA et Poste Immo remportent l'appel à projet de la CNR pour la création d'un HLU en plein cœur de Lyon dont la mise en service est prévue en 2022¹. Il s'agit d'une plateforme dite de rupture de charge située au plus près de la ville, dans le port Edouard Herriot. Elle permettra d'accueillir du fret en gros volume et de le redistribuer en petits lots à ses consommateurs finaux. L'enjeu est de désengorger le centre-ville en rationalisant le dernier (ou le premier kilomètre) des marchandises, grâce à un remplissage maximal de petits véhicules (aujourd'hui le taux de remplissage moyen est de seulement 20%), les plus propres possibles. Avec la ZFE en place sur Lyon, la CNR ambitionne à minima 50% de véhicules propres en sortie du port et 100% au bout de deux ans. Les opérateurs disposeront à cent mètres de l'hôtel d'une station de recharge multiénergie (électricité, hydrogène et biogaz).

1 - <https://www.lesechos.fr/pme-regions/auvergne-rhone-alpes/la-logistique-prend-ses-quartiers-a-lhotel-sur-le-port-de-lyon-1036368>

“ Les véhicules propres, électriques en partie, continuent ainsi leur ascension dans les villes et en périphéries pour répondre aux enjeux environnementaux et sociétaux. Leur développement est porté par la conjonction de facteurs convergents : des politiques publiques incitatives, la dynamique des acteurs en présence, des attentes citoyennes fortes, des investissements massifs engagés par la filière automobile. ”

1.2 Quelles politiques publiques orientent l'action ?

Les pouvoirs publics ont adressé la question de la mobilité électrique sous l'angle de l'environnement, de l'habitat et de l'aménagement du territoire, de l'industrie automobile, des déplacements et du transport. Progressivement, auprès de chaque filière, les législations et réglementations successives ont renforcé les dispositions : ambitions, prescriptions et mécanismes d'incitations financières, spécificités locales comme leviers de l'action collective.

UN CADRE JURIDIQUE EUROPEEN ET NATIONAL FAVORABLE

Encouragées par l'Europe, les politiques publiques nationales pour la transition énergétique dans les territoires inscrivent des dispositions pour la mobilité électrique, d'abord en faveur du déploiement de l'infrastructure (bornes de recharge) puis de l'achat de véhicules. Progressivement, elles décentralisent les décisions et se rapprochent des acteurs locaux en assurant la traduction d'enjeux macro (transition énergétique) au niveau micro (développement du territoire).

Une succession de directives européennes prescriptives

A l'échelle européenne, les politiques ont introduit depuis de nombreuses années des dispositions prescriptives. Dès 2014, une directive prévoit l'implantation de bornes de recharge pour véhicules électriques sur le territoire français. En 2019, le règlement européen UE n°333-2014 prescrit le taux d'émissions de CO₂ des véhicules neufs de 95g/km dès 2020 qui passera à 59g/km en 2030, soit une baisse colossale de 37,5% des rejets en 10 ans, condamnant presque tous les véhicules thermiques au regard des technologies actuelles. Pour rappel, un véhicule émet en moyenne 118g/km en 2018. La réglementation complète le dispositif d'amendes pour les constructeurs dépassant ce taux, 95€ par gramme de CO₂ au-dessus du seuil et par voiture.

La loi sur la transition énergétique pour la croissance verte

Les pouvoirs publics français ont engagé très tôt des politiques incitatives ; Plan Climat en 2004, Plan national de développement en 2009, lois Grenelle 1 et 2 en 2009/10 qui renforcent le rôle des collectivités locales dans la conduite de la transition énergétique. Héritière de ces premiers actes, la Loi sur la Transition Énergétique et pour la Croissance Verte (LTECV²) de 2015 définit notamment les critères des "véhicules à faibles émissions", impulse le renouvellement des véhicules d'entreprise et des transports collectifs, et fixe les premiers objectifs de déploiement de bornes de recharge et d'obligation de pré-équipement des parcs de stationnements.

La programmation pluriannuelle de l'énergie

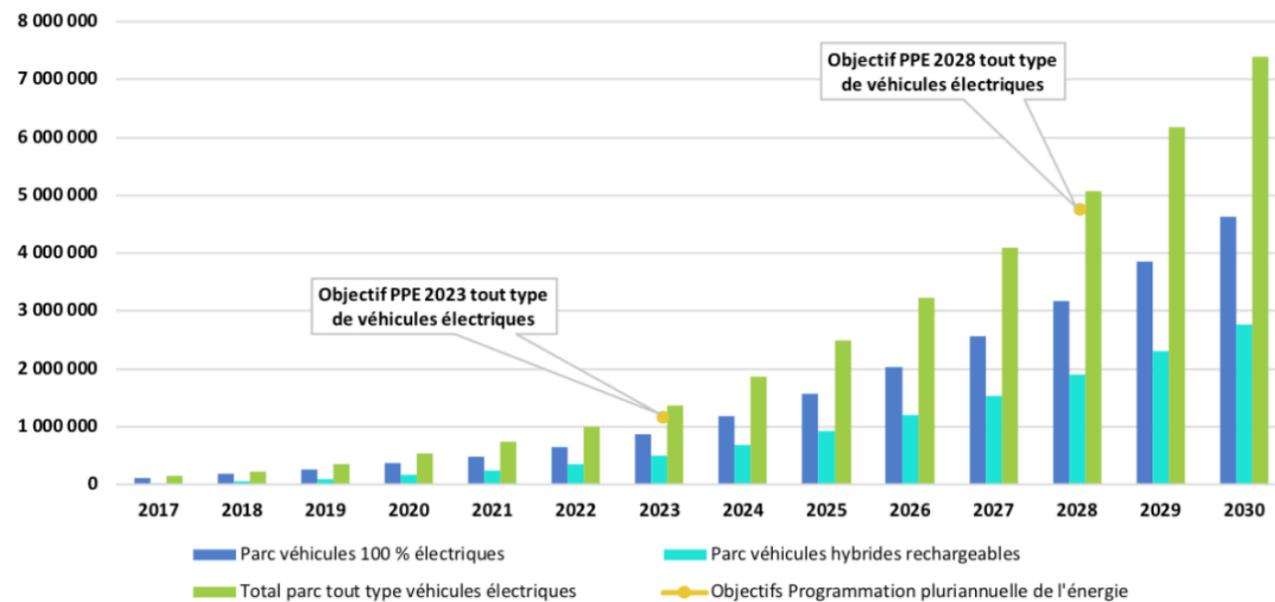
D'envergure nationale, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE³) de 2018 décline la LTECV. Elle s'adosse à la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC⁴) d'abaissement des émissions de CO₂ ainsi qu'au Contrat Stratégique de Filière signé en 2019 entre la Plateforme de la Filière Automobile (PFA) et le gouvernement français. Collectivement, des scénarii prospectifs ont été définis pour développer l'électromobilité : atteindre d'ici 2022 une part de marché de 6% pour les électriques et 4% pour les hybrides. **Les véhicules électrifiés représenteraient ainsi 48% du marché en 2030 (30% électriques, 18% hydrides)** selon le scénario "Green Constraint" de la PFA. La PPE a également initié les premiers mécanismes réglementaires (zones à faible émissions, hausse du prix du carbone, subventions et/ou taxes, évolution du droit à la prise, recharge en entreprise...) et les outils financiers pour déployer le réseau d'infrastructures de recharge à même de soutenir la croissance du véhicule électrique (cf. aides financières pages 18-19).

2 - LTECV : www.ecologie.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte

3 - PE : www.ecologie.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe

4 - SNBC : www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc

Evolution du parc de véhicules électriques et hybrides rechargeable à l'horizon 2030



Source : AAA Data, PFA, calcul UFE

La loi d'orientation des mobilités

Refondatrice pour la mobilité électrique en France, cette Loi d'Orientation des Mobilités (LOM) de décembre 2019 vise à faciliter le développement de mobilités durables sur tous les territoires. Elle prévoit de couvrir l'intégralité du territoire en Autorités Organisatrices des Mobilités (AOM), qui ont compétence pour organiser et initier des projets. Les Régions, instituées chefs de file, sont chargées de définir les grandes orientations et d'élaborer des contrats de mobilité en lien avec les AOM, comme la Métropole de Lyon, afin d'assurer la cohérence entre les territoires.

Que change-t-elle ?

- **Le taux de réfaction (part couverte) des coûts de raccordements des IRVE ouvertes au public est porté à 75%** (dispositions valables jusqu'en décembre 2021, décembre 2025 pour celles inscrites dans un schéma de mobilité en concertation avec le Gestionnaire de Réseau de Distribution, GRD)
- **Le statut des opérateurs IRVE est clarifié** : la recharge des véhicules électriques est qualifiée de "prestation de service" et non de "fourniture d'électricité"
- **Le pré-équipement des parkings** en points de charge des immeubles résidentiels neufs et rénovés est durci (voir partie 1.6)
- **Le raccordement indirect des IRVE**, à savoir non raccordé au réseau public de distribution mais avec une solution de décompte de l'électricité, est désormais encadré par la loi.

- **Le "droit à la prise" est renforcé**. Défini depuis 2015 dans le code de la construction et de l'habitation, un résident d'un immeuble pouvait invoquer son droit d'équiper, à ses frais, son emplacement de parking d'une borne de recharge. Aujourd'hui, les copropriétés ne peuvent pas s'opposer sans motif à cette demande, sont désormais encouragées à examiner les travaux par des études préalables et ont l'obligation d'inscrire la question en assemblée générale d'ici 2023
- **La planification territoriale des bornes de recharge ouvertes au public se veut concertée** : schéma directeur de développement des IRVE élaboré avec la collectivité ou l'EPCI compétente, en concertation avec l'AOM et le GRD, plans de mobilité élaborés par l'AOM
- **Les Zones à Faibles Emissions (ZFE)** instaurées par la LTECV sont étendues
- **Le verdissement des flottes d'entreprises est renforcé** (voir partie 1.4)



1 - LOM : www.ecologie.gouv.fr/loi-dorientation-des-mobilités

Plan de relance automobile

Pour relancer la filière automobile très touchée par la crise sanitaire, un plan de soutien est lancé en mai 2020². Les différents dispositifs de bonus écologique et de primes à la conversion sont notamment renforcés jusqu'à la fin de l'année 2020 afin d'accélérer le déploiement des véhicules électriques. Une surprime financée à 50% par l'Etat et les collectivités est également mise en place pour booster le financement d'un véhicule en "zone à faible émission". Enfin, un Fonds d'avenir pour l'automobile de 1 milliard d'euros est créé pour innover sur les véhicules de demain et moderniser l'outil de production.

SYNTHESE DES AMBITIONS D'ICI 2030

EUROPE : un véhicule neuf en Europe émet en moyenne 59 grammes de CO₂ par kilomètre.

LTECV : 5 millions de véhicules électriques en circulation en France + 7 millions de points de charge publics et privés installés en France dont 700 000 ouvertes au public, avec un objectif intermédiaire de 100 000 en 2023.

PPE : 4,8 millions de véhicules électriques en France en 2028, plus de 7 millions en 2035, avec un objectif intermédiaire à 1,2 million en 2023

LOM : fin de la vente en France de voitures utilisant des énergies fossiles carbonées d'ici 2040 (Paris dès 2030).

DES POLITIQUES LOCALES INCITATIVES

Déclinant et consolidant politiques européennes et françaises, chaque maillon des territoires, local ou régional, s'intéresse aux mobilités dont électriques. Pour changer profondément les habitudes, faire bouger les lignes, les politiques locales sont indispensables. Certaines plus volontaristes et incitatives traduisent dans l'action les ambitions et organisent l'initiative locale.

Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires

Ce Schéma détermine une stratégie d'aménagement du territoire notamment dans le sens du développement d'une mobilité plus propre. Ainsi, le SRADDET de la région Auvergne-Rhône-Alpes fixe un certain nombre d'ambitions en la matière : baisse des polluants atmosphériques et émissions de gaz à effet de serre liés au transport, développement de mobilité décarbonée, évolution du mix énergétique des véhicules (électrique, organo-carburant, hydrogène), promotion de la multi modalité et de stratégie urbaine en défaveur de la voiture individuelle, mise en place des AOM dont 30% du territoire régional restent à couvrir, développement de l'innovation en matière de la mobilité, principalement hydrogène (SRADDET, 2019³). Avec la LOM, la Région est renforcée dans son rôle de chef de file des mobilités et de développement de l'infrastructure de recharge en cohérence avec tous les territoires.

Plan Climat Air Energie

Le déploiement de l'électromobilité qui s'inscrit dans le champ de la LTECV est mise en œuvre par les collectivités dans le cadre de leurs Plans Climat Locaux. Pour la Métropole de Lyon, la mobilité est multi énergie en fonction des usages et des enjeux. Ainsi, elle ambitionne qu'un véhicule sur six soit électrique ou gaz en 2030 (PCAET, 2019⁴). Avec 830 000 véhicules immatriculés sur son territoire, cela représenterait plus de 130 000 véhicules à faibles émissions à cet horizon. Pour confirmer son ambition d'une mobilité plus propre et respectable de l'environnement et des populations, la Métropole s'appuie sur d'autres outils de l'action publique tels que le Plan Oxygène, le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) et le Plan de mobilité (ex Plan de Déplacement Urbain PDU).

2 - https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200526_DP_Automobile.pdf
 3 - <https://je participe.auvergnherhonealpes.fr/sraddet/sraddet-projet-definitif>
 4 - https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/grands-projets/concertation-reglementaire/20190524_projet-pcaet.pdf



Zone à faible émission

Instaurées par la LTECV et renforcées par la LOM, les Zones à Faible Emission (anciennement les ZCR, **Zones à Circulation Restreinte**) sont des zones urbaines où l'accès est réservé aux véhicules les moins polluants, déterminés par les certificats ou vignettes "Crit'Air", ce qui encourage le recours notamment aux véhicules électriques. 15 grandes agglomérations de France ont décidé leur mise en place dont la Métropole de Lyon depuis le 1^{er} janvier 2020. Conséquence : les véhicules de catégorie N (Véhicules Utilitaires Légers, VUL et Poids Lourds, PL) doivent disposer d'une vignette Crit'Air 0-1-2-3 pour circuler et stationner à l'intérieur de la ZFE. L'accès est donc interdit aux VUL et PL non enregistrés ou trop polluants (Crit'Air 4-5), sous peine de verbalisation. A partir du 1^{er} janvier 2021, cette interdiction s'étend aux véhicules professionnels Crit'Air 3. La ZFE de la Métropole de Lyon¹ couvre les communes de la ville de Lyon, Villeurbanne, Vénissieux, Bron et Caluire ainsi que l'intérieur du boulevard périphérique Laurent Bonnevay. 250 panneaux ont été mis en place.

Avec la LOM, les ZFE sont étendues. Leur mise en place devient obligatoire pour les collectivités où les niveaux maximums de pollution autorisés sont régulièrement dépassés. Dans ces zones, l'interdiction de circulation visera dans un premier temps les véhicules diesel, puis tous les véhicules thermiques à compter de 2030. La ville de Paris va même plus loin en interdisant la circulation aux véhicules diesel dès 2024, puis aux véhicules à essence en 2030.

¹ - ZFE Lyon : <http://www.economie.grandlyon.com/actualites/zone-a-faibles-emissions-dans-le-grand-lyon-mode-demploi-pour-les-entreprises-2770.html>

Aller plus loin : des "facilités" pour les véhicules non polluants

En complément, certaines collectivités locales préparent des mesures incitatives qui faciliteront la ville aux particuliers et professionnels qui feront le choix de solutions de mobilité individuelle à faible émission.

Ces mesures s'inspirent de pays en avance comme la Norvège qui ont accordé de nombreuses "facilités" aux véhicules propres : stationnements et péages gratuits, voies réservées, voie de bus ouverte.

En France, le mouvement est encore balbutiant mais des initiatives se développent. Illustrations :

- **Le disque vert pour les véhicules propres** offre 2 heures de franchise de stationnement en voirie, un stationnement gratuit partout en ville et même des places réservées sur les zones vertes. Autre avantage, un seul disque est valable pour toutes les villes signataires. Depuis 2008, l'Association des Voitures Ecologiques (AVE) promeut ce dispositif qui a séduit à l'heure actuelle 29 villes françaises. L'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) et l'AVE ont signé un partenariat pour encourager ce disque.

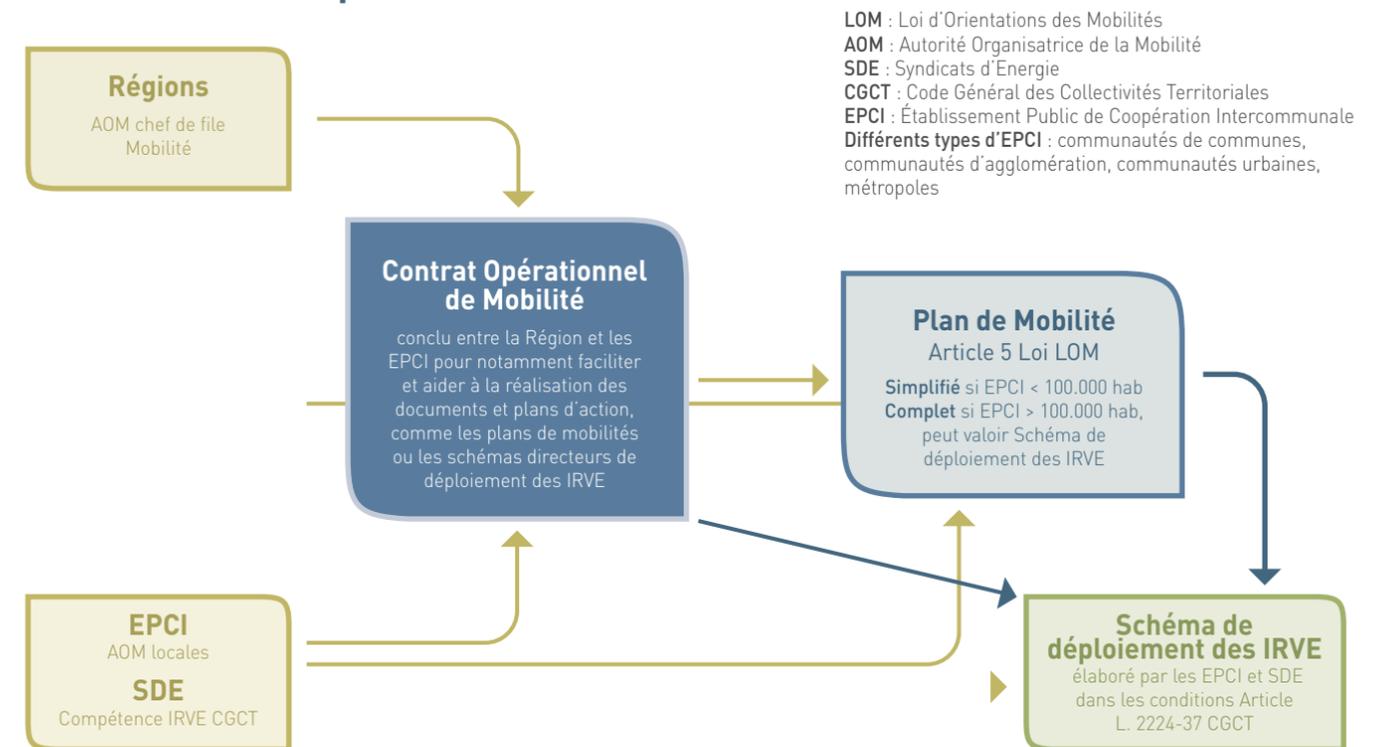
- **A Paris, le périphérique parisien proposera des facilités aux véhicules propres**, c'est ce que préconise le rapport de la Mission d'information et d'évaluation du Conseil de Paris de mai 2020. Pour transformer cette autoroute urbaine en boulevard, figurent des mesures comme la création d'une voie réservée aux transports collectifs, notamment aux futures navettes autonomes, covoiturage, véhicules de secours et véhicules propres.

- **La gratuité du stationnement pour les véhicules à faible émission**, certaines collectivités l'envisagent. Par exemple, la ville de Saint-Germain-en-Laye offre jusqu'à 1h30 de stationnement aux véhicules électriques, à la condition de disposer d'une vignette verte spécifique à la ville. A Paris, les propriétaires de véhicule électrique, hybride rechargeable ou gaz naturel peuvent bénéficier avec une carte "Véhicule basse émission", de la gratuité du stationnement dans la limite de leur statut : 6 heures pour les visiteurs et 7 jours pour les résidents.



“ La planification énergétique en France, du national jusqu'au quartier, constitue un millefeuille de plus d'une dizaine de plans d'actions, avec des compétences et responsabilités réparties entre les acteurs du territoire (ADEME, 2016). Avec la LOM, les compétences mobilités sont à reconsidérer à la maille de l'AOM (autorité organisatrice de la mobilité). Elles devront s'articuler en cohérence avec les outils existants de l'action publique. ”

Exercice des compétences Mobilités



AIDER FINANCIEREMENT LA TRANSITION

Pour que la transformation soit profonde, l'essor du véhicule électrique ne peut se faire sans financements publics-privés, forts et durables. Le cas de la Norvège, pays européen parmi les plus volontaristes, l'enseigne. Les aides publiques, multiples et ambitieuses, ont rendu le véhicule électrique meilleur marché et lui ont accordé de nombreuses facilités dans l'espace urbain. Résultat, il représente plus de 40% des ventes. À l'opposé, la suppression ou la diminution trop rapide de subventions a conduit à une décroissance des ventes au Danemark (Coda Stratégies, 2019¹). En France, différentes mesures de soutien public existent : des primes et subventions pour réduire l'écart de coût entre le véhicule électrique et son équivalent thermique, accompagnées de programmes de financement de l'infrastructure de recharge et de mise en place de facilités.



Quelles aides pour l'achat d'un véhicule électrique ?

• **Bonus écologique** : système de Bonus/Malus basé sur le CO₂ émis par km, versé lors de la première immatriculation d'une voiture particulière ou d'une camionnette électrique neuve achetée ou louée (avec option d'achat ou pour une durée d'au moins 2 ans). Le montant de l'aide est plafonné à 27% du coût d'acquisition TTC du véhicule, augmenté si nécessaire du coût de la batterie si celle-ci est prise en location. Le montant de l'aide est plafonné 7 000€ pour un véhicule électrique avec batterie, 2 000€ pour un VHR et 3 000€ pour un véhicule hydrogène.

• **Prime à la conversion (PAC)** pour le renouvellement d'un ancien véhicule à destination des particuliers et entreprises (de 1 500€ à 5 000€ selon conditions de ressources).

• **Exonérations à 100% de la taxe sur la carte grise** : depuis le 1^{er} janvier 2020 pour tous les véhicules électriques, hybrides rechargeables, hydrogènes, qu'importe la région.

• **Exonérations de taxes sur les véhicules de sociétés** pour les entreprises et collectivités se dotant de véhicules électriques.

• **Avantage en nature** : évalué à 0€ jusqu'en 2023 lorsque l'employeur met à disposition d'un salarié une borne de recharge de véhicules électriques.

• **Aides régionales ou locales** : certaines régions, départements, collectivités locales abondent les aides d'état (bonus économique, prime à la conversion) pour encourager l'acquisition d'un véhicule à faible émission dans le cadre des politiques en faveur de la qualité de l'air (Fond Air Véhicules). Les conditions d'éligibilité sont propres à chaque collectivité ainsi que leurs contours : particuliers ou professionnels, neuf ou d'occasion, véhicules électriques ou multi énergie, GNV et hydrogène. Exemples d'aides locales en 2020 (sujettes à évolution régulière) :

Métropole de Lyon : pour les entreprises de moins de 250 salariés, 5 000 à 13 000€ pour l'acquisition de véhicules utilitaires légers, poids lourd utilisant une motorisation 100% gaz, électrique ou hydrogène, cumulables avec les primes d'état.

Ile de France : 6 000€ aux entreprises pour l'acquisition d'un véhicule léger électrique, GNV ou hydrogène, cumulables avec les primes d'état, soit 13 500€ d'économiser.

Normandie : 2 000€ aux particuliers avec conditions de revenus pour l'acquisition ou la location d'un véhicule électrique, cumulables avec les primes d'état, soit 10 500€ d'économiser.

Métropole de Grenoble : pour les entreprises de moins de 250 salariés, 3 000 à 10 000€ pour l'acquisition d'un utilitaire ou d'un poids lourd électrique, 5 000 à 10 000€ pour un modèle hydrogène.

Département des Bouches-du-Rhône : 5 000 € à l'achat d'un véhicule 100% électrique neuf.

1 - <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2019-07-Rapport-IRVE.pdf>



Quelles aides pour l'équipement d'infrastructure de recharge ?

• **Crédit d'impôt transition énergétique (CITE)** : permet à un particulier de bénéficier d'une réduction d'impôt. Jusqu'au 31 décembre 2020 : crédit d'impôt de 30% sur la fourniture et l'installation de la borne de recharge (dans une limite de 8 000€ pour une personne seule et 16 000€ pour un couple sans enfant à imposition équivalente). A compter du 1^{er} janvier 2020 : crédit d'impôt forfaitaire de 300€, sans conditions de ressources, pour l'installation d'une borne électrique mais se limite aux seuls propriétaires de leurs logements (exclut les locataires...).

• **TVA réduite à 5,5% sur les travaux d'installation pour un particulier** : si l'immeuble ou la maison ont plus de 2 ans, les travaux de branchement et d'installation d'une borne de recharge sont éligibles à un taux de TVA à 5,5% (formulaire Cerfa 1300-SD).

• **Coût de raccordement au réseau de distribution électrique des IRVE accessibles au public pris en charge à 75% par Enedis jusqu'à fin 2021 (2025 pour les IRVE intégrées au schéma directeur de développement. Quel que soit l'usage (borne de recharge ou autre), les tarifs pour le raccordement à un nouveau compteur ou pour la modification d'un branchement existant, sont identiques. Ils sont publics et indiqués dans le "Barème Raccordement" d'Enedis.**

• **Programme ADVENIR pour les résidences collectives** prend en charge 50% des coûts d'installation d'une borne de recharge en résidentiel collectif. Depuis décembre 2018, la fourniture et l'équipement d'un point de charge est éligible à cette subvention "résidentiel collectif" de 50% du montant, dans la limite de 960€ par point de charge privatif et de 1 600€ par point de charge ouvert au public. En juillet 2019, le programme ADVENIR lance le plan 3 000 copropriétés qui bénéficieront d'un financement à 50% pour l'installation d'un équipement collectif de bornes de recharge. Cette aide est cumulable avec celle pour le point de charge et avec d'autres aides nationales ou locales, dans la limite de 80% du coût total.

• **Programme ADVENIR pour les entreprises** prend en charge 40% des coûts d'installation d'une borne de recharge sur un parking, dans la limite de 1830€.

• **Pour les collectivités locales** : une surprime ADVENIR de 300€ est proposée pour les bornes à la demande

• **Des aides régionales ou locales ou de constructeurs automobiles** peuvent aussi être proposées ponctuellement en complément.

SITES INTERNET SUR LES AIDES

Ces aides financières sont sujettes à évolution régulière.

Pour une information actualisée, se référer systématiquement aux sites internet ci-dessous :

Panorama global des aides : avere-france.org (AVERE France, Association nationale pour le développement de la mobilité électrique)

Tous les aides pour changer sa voiture en fonction de son besoin et de son usage :

<https://jechangemavoiture.gouv.fr/jcmv/aide-achat.html>

Crédit d'impôt : economie.gouv.fr/particuliers/credit-impot-transition-energetique-cite

TVA réduite : impots.gouv.fr/portail/formulaire/1300-sd/tva-attestation-normale-taux-reduit-pour-travaux-logements-de-plus-de-2-ans

Programme ADVENIR : advenir.mobi

Branchement / raccordement électrique d'une borne : enedis.fr



1.3

Quels sont les acteurs en présence ?

Les parties prenantes de l'écosystème mobilité électrique sont nombreuses et en pleine évolution. De nouveaux acteurs sont apparus tels les opérateurs d'Infrastructures de Recharge de Véhicules Electriques (IRVE), encore inexistant il y a une dizaine d'années. Récemment, les Autorités Organisatrices de la Mobilité (AOM) ont la responsabilité d'organiser, de planifier et d'articuler à l'échelle locale le développement de la mobilité électrique.

Inspirée de la vision des acteurs de la mobilité électrique du Cabinet Wavestone (2019¹) et enrichie de deux catégories, "utilisateurs" et "associations, pôles", cette cartographie témoigne de la richesse de l'écosystème en présence. **La Région Auvergne-Rhône-Alpes et la Métropole de Lyon disposent de tous les atouts d'innovation, de recherche, d'industriels, de start-up et d'acteurs institutionnels** pour réussir le développement massif de la mobilité électrique.

La dynamique régionale est avérée. Auvergne-Rhône-Alpes abrite près de 1 200 entreprises dans la filière automobile et les véhicules industriels. Très actifs, les acteurs de l'énergie ont pris dès les prémices le virage de la mobilité électrique et se positionnent en accompagnement des projets. Les acteurs du transport, des nouvelles mobilités, infrastructures routières et de stationnement sont quant à eux en pleine adaptation pour intégrer le tournant de la mobilité électrique, sous l'angle de l'usage et du service en plaçant les enjeux économiques en premier lieu (Cabinet Wavestone, 2019). De nouvelles associations et pôles de compétitivité dédiés à la mobilité électrique et déclinés régionalement ont émergé progressivement ces dernières années. Ils exercent un rôle d'influence au plan européen, national et régional pour faire avancer les débats et les actions, et ont une mission d'informations des populations et des différentes filières. Citons l'AVERE France (association de promotion de la mobilité électrique), l'AVEM (site

d'informations sur les véhicules électriques et hybrides), l'AFIREV (association sur l'itinérance des infrastructures de recharge) et CARA Cluster (pôle spécifique à la mobilité électrique). Le monde de l'innovation, de la recherche et de l'enseignement inclue aussi aujourd'hui, dans ses programmes de R&D, les thèmes relatifs à la mobilité électrique (smart charging, vehicule-to-home, vehicule-to-grid...). La Région Auvergne-Rhône-Alpes s'est par ailleurs dotée d'un campus des métiers de la mobilité électrique pour préparer aux innovations et emplois de demain.

Aux côtés de ces acteurs connus dans l'écosystème, deux nouvelles catégories d'acteurs ont vu le jour. D'une part, les acteurs d'Infrastructures de Recharge pour les Véhicules Electriques (IRVE) se sont multipliés de manière très rapide en réponse au développement du véhicule électrique. **56 opérateurs sont actifs en Région, près d'une vingtaine sur la Métropole de Lyon.** De nature hétérogène (start-up, filiale de grands groupes, énergéticiens...), ils agissent de manière proactive pour un développement massif et rentable des bornes de recharge, celles ouvertes au public et celles sur le domaine privé, principalement en résidentiel collectif. D'autre part, les Autorités Organisatrices de la Mobilité (AOM), introduites par la nouvelle Loi d'Orientation des Mobilités (LOM), rejoignent la catégorie des acteurs des territoires. Il s'agit désormais de la nouvelle maille à considérer pour l'action territoriale et régionale en la matière.

1 - <http://www.avere-france.org/Uploads/Documents/15579939827929896d511ef460077f1-4f341b76131-Ensemble%20vers%20la%20mobilité%20électrique.pdf>

CARTOGRAPHIE GLOBALE parties prenantes mobilité électrique



1.4

Véhicules électriques, pour qui ?

Récents dans le paysage automobile, les utilisateurs de véhicules électriques sont encore aujourd'hui minoritaires. Qui sont ces électromobilistes ? Entre obligations légales et responsabilité sociétale pour les entreprises, avant-gardisme et scepticisme pour les particuliers, la mobilité électrique remporte une adhésion croissante des français avec des ventes en hausse, ouvrant la voie à sa démocratisation auprès d'un plus large public.

UNE DYNAMIQUE CROISSANTE

En juin 2020, presque 350 000 véhicules électriques et véhicules hybrides rechargeables circulent en France, 8 500 sur la Métropole de Lyon. En répartition, 55% du parc électrique français est composé de véhicules de société, 45% de véhicules particuliers, une tendance moins vraie sur la Métropole qui compte davantage de véhicules d'entreprises. Depuis 10 ans, le marché des véhicules électriques était principalement porté par les entreprises et les professionnels (85% du parc en 2010). La tendance s'inverse progressivement : les véhicules particuliers devraient rapidement dépasser les véhicules de société.

Exponentiel, le marché de l'électrique en France ne cesse de progresser même s'il ne représente qu'une part encore faible des ventes globales automobiles : 2,8% d'électriques vendues en France en 2019, 5,5% sur la Métropole de Lyon. Partout, l'électrique s'impose à l'hybride rechargeable. Le premier semestre 2020 conforte cette perspective à la hausse : les ventes ont bondi de 205% par rapport à 2019, en partie expliqué par l'effet report de l'application de certaines réglementations et normes anti-pollution et CO2 (AVERE, 2020). L'enrichissement rapide de l'offre des constructeurs et le décollage du marché de l'occasion (+ 55%) participent à cette démocratisation de l'électrique. Si le marché se développera partout, son rythme pourrait varier en fonction des territoires (Enedis, 2020). La progression sur la Métropole de Lyon est estimée plus rapide que celle à l'échelle nationale (cf. partie 1.7).

2800 

grand lyonnais roulent à l'électrique.

En juin 2020, 8 500 véhicules électriques circulent sur la Métropole de Lyon dont 68% de véhicules de société et 32% de véhicules particuliers

LES ENTREPRISES, UTILISATRICES HISTORIQUES

Au premier rang des utilisateurs, les entreprises de services publics ont fait le choix très tôt de politiques volontaristes d'électrification de leur flotte de véhicules (7 300 véhicules pour La Poste, première flotte électrique en France, suivi avec Enedis et ses 2 000 véhicules). L'amélioration continue des performances, en particulier en matière d'autonomie qui a plus que doublé à coût constant depuis 2010, rend accessible de plus en plus d'usages aux véhicules électriques, et conduit ces entreprises à poursuivre le verdissement de leurs flottes.

Pour autant, encore très peu des 450 000 entreprises et professionnels en France, propriétaires d'au moins un véhicule en flotte (données AAA, 2016), pour un parc actuel à renouveler de 2,9 millions de véhicules, ont fait le choix de s'équiper en électriques. Moins de 1% de ces entreprises relève d'obligations légales de renouvellement de leur flotte par des véhicules à faible émissions.

Avantages pour une entreprise de passer à l'électrique :

- **Bénéficier d'aides à l'investissement** pour l'achat de véhicules (bonus, crédits d'impôts, exonérations de taxes) et l'équipement d'infrastructures de recharge, dispositifs proposés par l'Etat et certaines collectivités mais qui ne sont pas pérennes.
- **Valoriser un engagement RSE** auprès de clients de plus en plus soucieux de l'environnement.
- **Exercer leurs activités en s'adaptant aux politiques de mobilité** mises en place par les collectivités : restriction de circulation, zone à faible émission, facilités offertes pour encourager l'utilisation de véhicules propres (gratuité ou facilité de stationnement notamment).
- **Anticiper les obligations légales** qui vont progressivement imposer aux entreprises, services de l'Etat et collectivités, le renouvellement d'une part de leurs flottes de véhicules par des électriques. Les services de l'Etat et collectivités, qui portent un impératif d'exemplarité, relèvent d'obligations plus contraignantes que les entreprises.

OBJECTIFS DE RENOUVELLEMENT DES FLOTTES DE VEHICULES

Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV) + Loi d'Orientation des Mobilités (LOM)

- Flottes d'entreprises supérieures à 100 véhicules (Art. L224-10) : 10% en 2022 > 20% en 2024 > 35% en 2027 > 50% en 2030
- Flottes administratives supérieures à 20 véhicules (Art. L224-7) : 50% de véhicules à faible émissions à application immédiate
- Flottes des collectivités territoriales et entreprises nationales (Art. L224-7) : 20% jusqu'au 30 juin 2021, passant à 30% au 1er juillet 2021 et à 37,4% en 2026

1 - <https://communauteze.renault.fr/>

2 - <https://leaffrancecafe.jimdo.com/>

3 - <https://www.automobile-propre.com/>

4 - <https://www.mob-energy.com/>

5 - <https://ccfa.fr/analyse/le-profil-type-dun-acheteur-de-voiture-electrique/>

PROGRESSIVEMENT RATTRAPÉES PAR LES PARTICULIERS

Il y a 10 ans, seulement un tiers des ventes de véhicules électriques était réalisé par les particuliers. Aujourd'hui, la tendance s'inverse.

Du précurseur technophile à l'électromobiliste d'aujourd'hui

Marginal il y a 10 ans, l'électromobiliste des premières heures est un précurseur. Passionné de nouvelles technologies, parfois geek, sensible à l'environnement, amateur de voitures, autodidacte par obligation, il a dû défricher la voie, démêler le vrai du faux, chasser l'information, comprendre en l'absence de guides, compter sur l'entraide de pionniers. Très actives dès l'origine, les communautés Renault Zoé¹, Leaf France Café² (association regroupant les possesseurs de Nissan Leaf, aujourd'hui élargie à tous les électromobiles) y ont aidé, tout comme le site d'information communautaire, Automobile Propre³, qui regroupe les discussions relatives à l'arrivée de ces nouveaux véhicules, de la prise en main à l'usage, un lexique des définitions techniques et une base de données des voitures électriques et hybrides (commercialisées ou non). Plus récemment, la start-up lyonnaise Mob-Energy⁴ anime une communauté d'électromobilistes pour inventer la recharge de demain.

Aujourd'hui, l'électromobiliste type en France est un homme (85%), âgé en moyenne de 56 ans, de catégorie socio-professionnelle supérieure, vivant en milieu urbain (71%). Il roule peu (8 600 km/an) et possède au moins un deuxième véhicule (74%, plus qu'un propriétaire de véhicules thermiques) majoritairement diesels. Ce dernier point met en évidence qu'une part des véhicules électriques en circulation ne satisfait qu'une partie des besoins de mobilité de leurs propriétaires. 41% ont acheté leur automobile en L.O.A. ou en L.L.D., c'est un peu plus que la moyenne des achats en location sur l'ensemble des motorisations. Ce profil type a été établi par la Communauté des Constructeurs Automobiles Français grâce aux données et analyses AAA-Data, Clean Technica et du Groupe SGS (CCFA⁵, 2019) et a été repris dans un certain nombre de revues automobiles.

Complément de portrait-robot avec l'enquête Enedis par BVA¹ (Enedis, 2020) auprès de 800 détenteurs d'électriques, la voiture électrique est le véhicule principal du foyer dans 73% des cas, 92% dans le cas des hybrides. Son utilisation s'effectue sur des trajets du quotidien (pour 94% des cas) notamment pour le trajet domicile-travail. 43 km par jour, **c'est la distance moyenne parcourue au quotidien avec un véhicule électrique ou hybride**, une valeur supérieure de 14 km à la distance moyenne des déplacements des français tous modes de déplacements confondus. Enfin, pour 55% des sondés, leurs véhicules dépassent la barre des 250 km d'autonomie réelle. Cette autonomie, testée par les utilisateurs en conditions, pourrait permettre de franchir les a-priori encore bien ancrés dans les esprits.

Demain, tous électromobilistes ?

73% des français croient en l'avenir de la voiture électrique, une tendance à la hausse d'après l'Observatoire Cetelem² (2019). Considéré comme un véhicule propre, agréable à conduire, il renvoie à une image positive, moderne et responsable, à l'autonomie adaptée aux besoins des automobilistes. L'enquête du cabinet Wyman auprès de 1 000 conducteurs conforte cette tendance optimiste : 78% des consommateurs sont intéressés ou très intéressés par le véhicule électrique, la majorité pense que ce sera un produit grand public d'ici 5 ans (Olivier Wyman³, 2019). Enfin, 1 français sur 2 résidant en habitat collectif envisage l'achat d'un véhicule électrique, une démarche pourtant pas toujours aisée en immeuble. L'aspect écologique est là aussi largement cité comme élément important dans la décision d'achat avant la question économique (IPSOS⁴, 2019).

Le profil-type du futur acheteur véhicule électrique, à savoir désirant acheter un véhicule d'ici les 5 prochaines années serait plutôt un homme, **âgé de 18 à 35 ans** (41% des 18-25 ans, 36% des 25-35 ans) **et un citadin** (33% vivent dans des villes supérieures à 100 000 habitants, contre 28% résidant en milieu rural) selon l'Observatoire Cetelem (2019). Confirmant l'attraction des urbains pour la mobilité électrique, les conclusions de Wyman (2019) identifient deux profils-type de consommateurs prêts à passer à l'électrique sous certaines conditions, représentant plus de 50% de la cible d'acheteurs : le **"citadin exigeant"** (36%) et le **"jeune père de famille renseigné"** (18%), tous deux très urbains, contre le **"rationnel peu exposé"** vivant en périphérie d'agglomération (38%) légèrement moins intéressé par le sujet du véhicule électrique se préoccupant d'abord des difficultés (autonomie, recharge et coût).

1 - https://www.enedis.fr/sites/default/files/Enedis_Enquete_BVA_DEF.pdf

2 - https://observatoirecetelem.com/wp-content/themes/obs-cetelem-V3/publications/2019/OBSERVATOIRE_AUTO_2019_MD.pdf

3 - <https://www.oliverwyman.fr/content/dam/oliver-wyman/europe/france/fr/Publications/Etude-Vehicule-Electrique.pdf>

4 - IPSOS, La mobilité électrique : freins et motivations à acheter un véhicule électrique, les questions, les attentes exprimées sur le Web, perceptions et usages autour de la mobilité électrique, décembre 2018 (à trouver en ligne)

“ Au-delà de devenir propriétaire d'un véhicule électrique et d'y croire, demain, les générations futures seront amenées à conduire des électriques, dans le cadre de leur entreprise, d'une location saisonnière, en voyage à l'étranger... Face à ce mouvement irréversible, demain, tous possibles électromobilistes ? Alors les points de blocage actuels, globalement liés à une méconnaissance, devront se déverrouiller. Toutes les études (Cetelem, Wyman, IPSOS, BVA-Enedis, AVERE) mettent en évidence, sans surprise : un prix jugé trop élevé, une image de "citadine", une autonomie insuffisante, la faiblesse des infrastructures de recharge et le manque d'informations décourageant certains automobilistes à franchir le pas. ”

1.5

Quelles perspectives pour le véhicule électrique ?

Avec ses caractéristiques techniques et fonctionnelles, l'électrique séduit de plus en plus. Mais des challenges demeurent pour assurer son développement et répondre aux attentes technologiques et environnementales. Comme beaucoup de pays la France interdit la vente de véhicules thermiques en 2040 encourageant la filière automobile à enclencher le mouvement.

AU DEBUT D'UNE AVENTURE INDUSTRIELLE ET TECHNOLOGIQUE

Au-delà de réussir leurs ambitions en termes de volumes de ventes et d'amortir leurs investissements, le potentiel d'innovation est énorme pour les constructeurs automobiles. Pour répondre à la demande, les constructeurs étoffent rapidement leur gamme de véhicules. En 2019, 39 modèles se partageaient le marché français. 50 nouveaux modèles, principalement des véhicules particuliers, devraient enrichir l'offre sur la période 2020-2022. Le développement de l'offre véhicule utilitaire léger est par contre moins rapide. Certains constructeurs envisagent aussi des offres facilitant la transition vers l'électrique, par exemple avec la location de véhicules à large autonomie pour des périodes courtes comme les vacances. D'autres misent sur les modèles sans permis, comme Citroën et sa voiture AMI sortie en septembre 2020.

Tous les constructeurs ont ainsi lancé des programmes spécifiques et investi massivement pour adapter leur outil industriel à l'électrification des véhicules. Ils sont encouragés par la réglementation européenne et française (réduction de 40% des émissions de CO₂ des véhicules d'ici 2030, interdiction des ventes de véhicules thermiques dès 2040) et pour certains, la stratégie de se positionner sur ce nouveau marché (Wavestone, 2019). Pour se conformer aux objectifs européens, les investissements par les constructeurs sont évalués à 225 milliards d'euros (Alix Partners, 2019). Si plusieurs technologies se concurrencent, au moins

une sur les 10 ans à venir rassemble tous les acteurs automobiles : celle du véhicule électrique à batterie (Wavestone, 2019) qui se distingue de la pile à combustible (à hydrogène notamment). Les véhicules dont l'hydrogène est produit à partir de l'électrolyse de l'eau - dit hydrogène vert - se classent dans la catégorie des véhicules électriques.

ALIMENTATION ELECTRIQUE DU MOTEUR

- **Batterie avec accumulateurs** électriques qui se rechargent grâce à une source électrique extérieure (avec un câble) ou par récupération d'énergie, l'énergie cinétique (en cours de roulement, freinage...)
- **Pile à combustible** requiert un réservoir de gaz dont l'énergie qui l'alimente peut être de l'hydrogène (produit par électrolyse de l'eau), du méthanol (alcool) ou du méthane (gaz issu des déchets), etc.
- **Hybride électrique** associé à un moteur thermique un moteur électrique (batterie, générateur électrique, pile à combustible)

LES PROGRES TECHNOLOGIQUES ATTENDUS

Si le véhicule électrique est adapté techniquement aux usages d'un grand nombre d'automobilistes, il lui reste encore des caps à franchir : celui de son autonomie, de sa compétitivité et de son impact environnemental. Réalités ou freins psychologiques ?

Plus d'autonomie

Le véhicule électrique convient en théorie à la majorité des trajets : les français parcourent en moyenne 30 km par jour et 99% des déplacements font moins de 80 km par jour (INSEE). Mais en pratique, les a-priori perdurent (dossier "stop aux idées reçues", AVERE, 2019).

L'autonomie est l'un des freins majeurs pour les automobilistes, dans le top 3 des raisons pour lesquelles ils ne franchissent pas le cap selon l'Observatoire Cetelem (2019). Seuls 13% des Français, 30% dans le monde, imaginent pouvoir acheter une voiture en dessous des 300 km d'autonomie. Cette barre psychologique permettrait de convaincre au moins 20% des sceptiques.

A l'exception des modèles Tesla qui avoisinent les 600 km, l'autonomie moyenne d'une voiture électrique sur le marché européen est comprise entre 150 à 600 km en cycle de conduite automobile (WLTP¹), soit environ **100 à 500 km réels** (Auto Moto, 2019). Une différence existe bien entre autonomie affichée et réelle, celle-ci étant sujette au style de conduite, à la vitesse, à l'utilisation d'éléments de confort (climatisation, radio, chauffage ...) et au climat - l'autonomie des batteries baisse par période de grand froid. Ces facteurs participent à réduire l'autonomie, de 5 à 30% selon les modèles. Ainsi, la ZOE ZE, voiture la plus vendue en France avec sa batterie de 41 kWh, affiche une autonomie de 300 km ; à 110km/h, elle passe à 273 et à 130km/h à 210 km.

AUTONOMIE ET ECOCONDUITE

100 à 500 km

réels d'autonomie

5 à 30%

de variation en fonction des conditions de route et du style de conduite.

L'écoconduite est un moyen efficace, quel que soit le véhicule utilisé de baisser sa consommation de carburant dont électrique.

Quelques gestes peuvent être adoptés (ADEME²).

La technologie des batteries est un élément clé de la mobilité électrique et de l'autonomie tant recherchée par les automobilistes. Depuis 10 ans, leur autonomie, vitesse de recharge, sécurité et durabilité ont largement progressé. Aux côtés d'autres technologies (plomb, nickel...), c'est le lithium-ion qui s'est imposé comme la technologie de référence dans le monde du transport et de l'électronique grand public depuis les années 90 (AVEM³). Les raisons de son succès résident dans sa durée de vie et sa densité énergétique, à savoir le rapport entre sa capacité de stockage, son poids et son encombrement. Une batterie lithium-ion offre une densité dix fois supérieure à celle au plomb. Elle exige en revanche un conditionnement adapté pour la sécurité et un pilotage précis de la recharge pour éviter l'échauffement. S'il est vrai que les lithium-ion sont sensibles aux courts-circuits, les cas d'accidents de véhicule électrique liés à un embrasement de la batterie sont rares. Son autonomie, temps de charge et espérance de vie sont également largement perfectibles. Sa perte de capacité est bien réelle mais progressive : elle peut supporter un nombre défini de cycles de charge et de décharge avant de perdre une partie de sa capacité. En-dessous de 70%, elle n'est plus adaptée aux exigences automobiles. Pour une batterie lithium-ion, les premiers retours d'expérience donnent une durée de vie d'une dizaine d'années.

1 - Cycle de vie Worldwide Harmonized Light Vehicles Rest Procedures (WLTP), une procédure d'essai mondiale harmonisée plus réaliste

2 - <https://www.ademe.fr/expertises/mobilite-transport/passa-a-laction/solutions-technologiques/dossier/optimiser-lutilisation-lentretien-vehicule/lecoconduite-attitude-a-adopter>

3 - <http://www.avem.fr/?page=batterie&cat=technos&kind=Imp>

Des pistes et solutions techniques existent pour développer des batteries qui autorisent une portée de déplacement supérieure et une recharge plus rapide, tout en garantissant la sécurité et un prix compétitif. La recherche s'organise entre constructeurs automobiles et chimistes. En attendant le développement d'innovations comme la batterie tout solide, la technologie lithium-ion représente aujourd'hui le meilleur compromis.



QUELLES INNOVATIONS POUR LA BATTERIE ?

- **La batterie sodium-ion**, moins chère, se passe de métaux classiques (lithium, nickel, manganèse, cobalt, cuivre, graphite...), elle offre une vitesse de recharge d'à peine 5 minutes mais son autonomie est deux fois moindre (start-up Tiamat, issu du Réseau sur le Stockage Electrochimique de l'Énergie).
- **Autres solutions dérivées du lithium, les batteries au lithium-soufre** (déchet industriel très peu coûteux et facile à recycler) et au lithium-air (l'oxygène venant de l'air) offrent des densités énergétiques bien supérieures mais leurs longévités sont encore bien trop insuffisantes. Il faudra attendre des avancées décisives pour les commercialiser.
- **Autre technologie prometteuse d'ici les cinq prochaines années avec la batterie à électrolyte solide.** Se passant de certains matériaux (cobalt, nickel, manganèse), elle dispose d'une durée de vie très longue, d'une meilleure densité énergétique et d'une plus grande stabilité en simplifiant la gestion thermique. L'autonomie serait plus que doublée et la vitesse de charge limitée à quelques minutes.
- **Les nouvelles générations de pile à combustible à hydrogène (Fuel Cell)** sont aussi très encourageantes avec un temps de recharge de 3 à 5 minutes pour effectuer 700 kilomètres. Mais aujourd'hui, le marché balbutie : seulement quelques modèles disponibles et un réseau de distribution d'hydrogène en création.

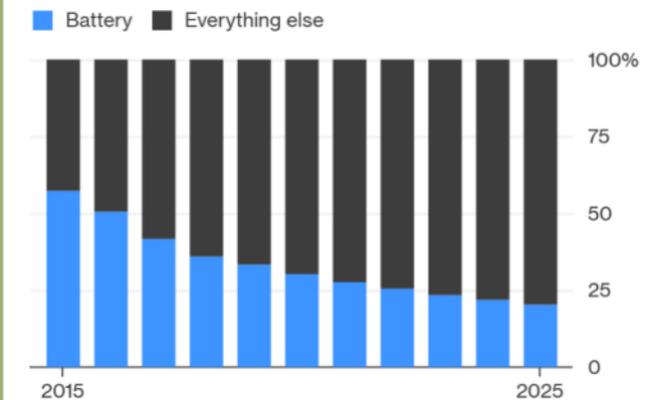
Plus compétitive

Numéro un des freins pour les automobilistes, le prix jugé trop élevé du véhicule électrique. Une affirmation moins vraie aujourd'hui qu'hier, l'électrique est de plus en plus accessible, grâce aux aides financières et à la baisse du coût de la batterie, partie la plus onéreuse du véhicule.

A l'achat, les prix des véhicules électriques et thermiques seront équivalents d'ici 2022 selon Bloomberg NEF (analyses annuelles), c'est le fameux "point de croisement". La bonne nouvelle est qu'il se rapproche chaque année. En 2017, l'étude évaluait cette étape à 2026, puis à 2024, elle l'estime aujourd'hui à 2022 pour les véhicules vendus en Europe. Pour Bloomberg, la baisse du coût des batteries explique en très grande partie cette tendance. Alors qu'elle représentait 57% du coût total d'une voiture électrique en 2015, la batterie n'en représente aujourd'hui plus que 33%. D'ici 2025, seul 20% du coût du véhicule sera imputable à sa batterie. L'objectif est d'atteindre un coût de fabrication de 55€/kWh d'ici 2030, soit 4 fois moins qu'aujourd'hui.

The Incredible Shrinking Car Battery

EV battery cost for U.S. medium-size car as a percentage of retail price



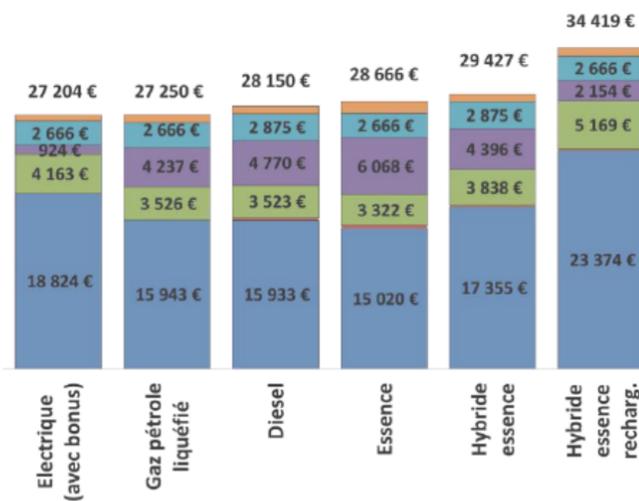
Note: Includes profit margins and costs other than direct manufacturing costs.

Source: BloombergNEF

BloombergOpinion

Avec un coût d'usage plus attractif, le coût total d'un véhicule électrique est désormais inférieur de 3% à celui d'un diesel et de 5% à celui d'une essence, selon l'étude UFC-Que Choisir¹ (2018). Réalisée par le cabinet Elementary Energy et financée par la fondation European Climate Foundation (ECF), cette analyse du coût de détention (CTO) prend en compte le coût de financement du véhicule, de l'énergie, de l'assurance, de l'entretien et de la décote. **La France est parmi les pays où le coût de possession est le moins cher d'Europe** et en baisse depuis 2016 selon l'Automobile Entreprise. Installation d'une prise de recharge à domicile, électricité moins chère que les carburants fossiles, assurance et entretien plus économiques, éventuelle location de la batterie, l'ensemble des frais d'un véhicule électrique est inférieur à ceux d'un véhicule thermique équivalent. L'électrique est compétitive au bout de seulement 4 ans (dès la première main) et particulièrement en zone rurale (5% d'écart entre l'électrique et le diesel en zone rurale contre 0,2% en urbain).

Comparaison du coût de détention des berlines moyennes en première main
(Période de 4 ans et 15 000 Km/an)



Source : UFC-Que Choisir

- Maintenance
- Coût Assurance
- Coût du carburant
- Coût du financement
- Taxe d'enregistrement
- Dépréciation

Plus propre

Pour minimiser son impact environnemental sur l'ensemble de son cycle de vie, l'enjeu du véhicule électrique est de développer un modèle qui lui est propre : durée de vie des véhicules allongée, usages intensifs (par exemple : autopartage, covoiturage), allègement des véhicules pour optimiser la taille des batteries.

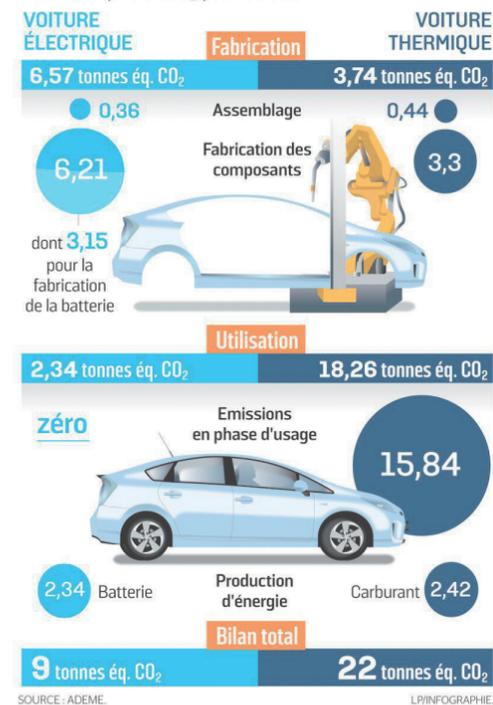
Le bilan carbone du véhicule électrique est bien plus favorable que le thermique selon le rapport du Commissariat Général au Développement Durable (DGDD, 2017). Il tient compte de la production de la batterie, de la phase amont et de fabrication (extraction, transport, raffinage du carburant, production d'électricité, assemblage), de la phase aval de circulation (combustion du carburant) et du cycle de vie des véhicules (production d'électricité, batterie...).

Sur l'ensemble de son cycle de vie, le véhicule électrique (VE) émet deux fois moins de CO₂ qu'un véhicule thermique (VT). Ses émissions se concentrent sur la phase de fabrication et non sur la phase d'utilisation, contrairement au véhicule thermique. Au global, le véhicule électrique génère 9 tonnes de CO₂ contre 22 tonnes pour un véhicule thermique selon l'ADEME (2019). A la fabrication, il génère le plus d'émissions (6,57 tonnes contre 3,74 pour la thermique) dont près de la moitié est consacrée à la production de la batterie. Mais en roulage, l'électrique génère zéro CO₂ et polluants contrairement aux carburants fossiles. C'est la production de l'énergie électrique et de la batterie qui jouent dans la balance carbone.

1 - UFC Que choisir <https://www.quechoisir.org/action-ufc-que-choisir-cout-de-detention-des-vehicules-gare-aux-idees-recues-n59369/>

Quel véhicule rejette le plus de CO₂

En tonnes équivalent CO₂, pour 150 000 km



Enfin, **l'impact carbone** de la production de l'électricité est mesuré avec le "mix énergétique" d'une zone géographique ou d'un pays. En France, avec de l'électricité essentiellement nucléaire et hydraulique, le véhicule électrique performe largement les thermiques en termes d'émissions de CO₂. Le thermique reste meilleur lorsque l'énergie électrique est produite à partir du charbon par exemple. **Ainsi, le véhicule électrique conservera tout son avantage "impact carbone" tant que la production d'électricité sera décarbonée**, un argument sensible pour les automobilistes qui confondent néanmoins électricité renouvelable et électricité décarbonée (IFPEN, ADEME)².

Ainsi, un véhicule électrique est donc d'autant plus pertinent lorsqu'il remplace un véhicule thermique qui roule beaucoup. Pour autant, il faut veiller à ne pas choisir un véhicule électrique avec une autonomie (et donc une batterie) surdimensionnée par rapport à son besoin (pour rappel, les français parcourent en moyenne 30 km par jour). En effet, c'est précisément la fabrication de la batterie qui contribue le plus aux impacts environnementaux. Se passer d'une voiture individuelle, pratiquer l'autopartage ou choisir un véhicule adapté à son usage restent les meilleurs réflexes pour l'environnement (ADEME).

FOCUS : Batterie et véhicule électrique

- **Sa fabrication met en jeu des métaux dont des "terres rares"**. Les terres rares comme le néodyme sont utilisées pour la fabrication des voitures en général (aimants permanents utilisés pour les petites moteurs, lève-vitres, essuie-glaces). Quant à l'extraction des métaux, lithium, cobalt, nickel, manganèse, matières premières nécessaires à la production de la batterie, elle peut avoir un impact négatif environnemental et social sur les pays en développement (Afrique principalement) où ils sont extraits, traités et transformés (ONU, 2020). La disponibilité des matériaux est aussi un enjeu. Celle sur le cobalt est la plus tendue : la demande pourrait tripler au cours de la prochaine décennie selon la Commission Européenne. Avec 50% de la production au Congo et d'importants gisements en Australie, l'Europe va intensifier l'exploitation sur son sol des ressources minérales (www.theconversation.com³, 2020). Enfin, la production des batteries et la transformation des cellules encore essentiellement localisées en Asie, posent la question de la relocalisation de l'industrie française.

- **L'espérance de vie de la batterie est également sujette à caution.** D'une durée de vie d'environ 10 ans, son obsolescence intervient bien avant l'usure normale du véhicule (carrosserie, moteur...). Les constructeurs proposent des garanties pour les automobilistes qui souhaitent l'acheter. Pour ceux qui préfèrent la louer, les constructeurs les changent en-dessous du seuil des 70% de capacité. Les constructeurs travaillent à la prolongation de la durée de vie des batteries pour d'autres usages.

- **En aval, le recyclage des composants de la batterie** est un enjeu majeur pour des raisons environnementales et économiques. Depuis 2006, une directive européenne (2006/66/EC) impose le recyclage de 50% de la masse des batteries lithium-ion en fin de vie et désigne le producteur des batteries comme responsable. Ce dernier a l'obligation de les collecter à ses frais, de les recycler et de travailler avec un recycleur dont le procédé garantit 50% de recyclage. **Dans les faits, le recyclage des batteries est un enjeu complexe** qui reste à venir. Actuellement, les filières de recyclage ne sont pas rentables et matures puisque les batteries sont encore en fonctionnement dans les véhicules. Par exemple, le recyclage des batteries au lithium est un marché émergent qui souffre toujours du manque de volumes à traiter. A ce jour, sa rentabilité est faible, voire négative. Les coûts de traitement des batteries restent élevés mais ils devraient baisser avec l'accroissement des volumes et les progrès technologiques. Le point de bascule est estimé à 2027. Le recyclage (idéalement en boucle fermée) est un véritable enjeu qui participera à l'acceptabilité du véhicule électrique.

2 - <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=vehicules-electriques-bilan-carbone>

3 - <https://theconversation.com/relocaliser-l'extraction-des-ressources-minerales-en-europe-les-defis-du-lithium-138581>

Face à ces enjeux environnementaux largement soutenus par l'opinion publique, la filière automobile européenne est encouragée à développer ses activités dans le respect de critères de développement durable et dans la recherche d'une plus grande indépendance.

Pour sa fabrication, des solutions de substitution du cobalt par le nickel, plus abondant, pourraient réduire de 30% la tension sur ce métal. En 2020, une usine pilote franco-allemande de batteries va ouvrir à Nersac (Charente), un autre site verra le jour avec PSA en 2022. Ce projet baptisé "Airbus des batteries" reçoit 3,2 milliards d'euros d'aides européennes.

Pour le recyclage, la SNAM (Société Nouvelle d'Affinage des Métaux) est la première filière européenne de recyclage de batteries. Son usine à Saint-Quentin Fallavier (Isère) recycle les matières premières (nickel, cobalt, cadmium) permettant de limiter leur extraction dans les pays lointains. Depuis 2017, elle propose ses propres batteries de seconde vie "Phénix" à destination d'installations d'énergies renouvelables en autoconsommation avec stockage.

“

Source de paradoxe, le véhicule électrique plaît comme interroge. Les français croient en son avenir à condition de satisfaire les critères environnementaux. Le véhicule électrique, oui mais pas que ? Il couvrira certes 95% des besoins et sera en complément d'autres véhicules comme l'hydrogène et le thermique, à moins que son autonomie augmente considérablement pour les 5% d'usages autres. Le véhicule électrique, oui mais pour d'autres besoins ? La majeure partie de son temps en stationnement, l'électricité ainsi disponible dans sa batterie peut contribuer à stocker la production d'énergie renouvelable excédentaire ou encore assurer un rôle de soutien au réseau. Le véhicule électrique, oui mais autrement ? L'électrique ouvre aussi la voie à d'autres formes de mobilités, autonomes, partagées... ”

1.6

Quelles solutions de recharge ?

Préoccupation majeure des automobilistes : pouvoir toujours recharger ses batteries, principe inhérent au véhicule électrique. Ainsi, pour 88% des automobilistes, avoir un accès régulier à un point de charge est obligatoire. Pour beaucoup, il s'agit d'une contrainte nécessitant un aménagement du domicile. Pour les bornes présentes sur la voie publique, 76% jugent leur nombre insuffisant et attendent mieux de l'offre globale (Observatoire Cetelem, 2019). Quelles sont aujourd'hui les solutions de recharge ?

LA STANDARDISATION DE LA RECHARGE SE POURSUIT

Quand le monde automobile rencontre celui de l'électricité. Prise, câble, kVA ou Kw, puissance, l'univers du véhicule électrique renvoie à l'énergie qui l'alimente. Les pratiques évoluent, ses expressions langagières aussi. Foisonnantes il y a quelques années, les solutions techniques se normalisent progressivement (Enedis¹, 2020).

De la prise...

Pour recharger sa batterie, un véhicule électrique peut se brancher à une **simple prise domestique** (type E/F ou prise renforcée) ou à une **prise spécifique** intégrée à une borne de recharge, appelée infrastructure de recharge pour véhicules électriques (standards européens Type 2 et Combo CCS, standard asiatique ChadeMo).

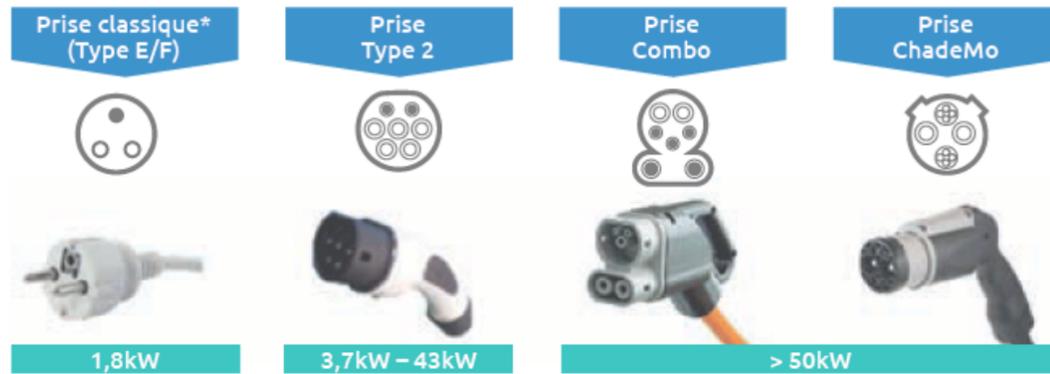
En France, même si le modèle Type 2 s'est imposé, les autres modèles standards sont employés. Ainsi, depuis le décret IRVE de 2017, les 3 systèmes cohabitent sur les bornes ouvertes au public, à travers ce que l'on appelle le tri-standard, soit la présence obligatoire des trois prises sur chaque borne publique. Ce **tri-standard** est obligatoire jusqu'en 2024 en attendant une éventuelle uniformisation.

... à la puissance et au temps de charge

Selon les bornes, la puissance électrique varie de 1,8 kW à 350 kW, chaque prise et véhicule acceptant un niveau de puissance. Par exemple, si une voiture est branchée à une borne délivrant plus de kW que ce qu'elle peut accepter, la recharge s'adaptera à la batterie mais sera forcément moins rapide que ce qui était annoncé. Plus la puissance électrique est élevée, plus la recharge est rapide et inversement pour des puissances plus faibles. Si à domicile, il faut compter une dizaine d'heures, les bornes disponibles sur l'espace public à haute puissance permettent une recharge en seulement 30 minutes.

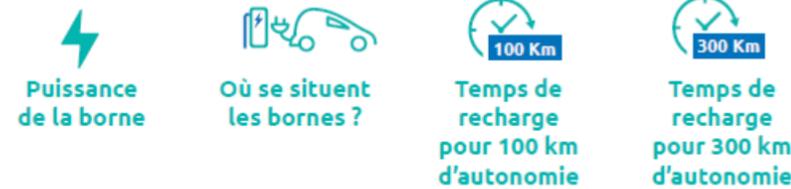
La terminologie utilisée autour des types de bornes (normale, accéléré, rapide) s'est aussi progressivement normalisée. Désormais, pour 100 km d'autonomie rechargée, une charge est dite en vitesse normale (ex lente) quand elle est comprise entre 3h et 12h (de 1,8 à 7,4 kW), accélérée (ex rapide) entre 30 minutes et 1h (de 22 kW à 50 kW) et ultra rapide quand quelques minutes suffisent pour recharger la batterie (supérieure à 150 kW). Globalement, ces enjeux de puissance de recharge sont méconnus des utilisateurs : 60% ne connaissant pas la puissance de recharge de leur véhicule et 42% la puissance de la borne utilisée (BVA-Enedis, 2020).

¹ - Enedis, Rapport sur l'intégration de la mobilité électrique sur le réseau, 2019



*La simple prise ainsi que la prise renforcée doivent être conformes à la norme NFC 61-314. La puissance doit alors être limitée à 1,8 kVA (8A) par le dispositif de recharge du véhicule (cf. décret N° 2017-26 du 12 janv. 2017). Une borne de recharge pouvant délivrer une puissance supérieure à 3,7 kVA doit être installée par un professionnel agréé.

Source : Enedis 2020



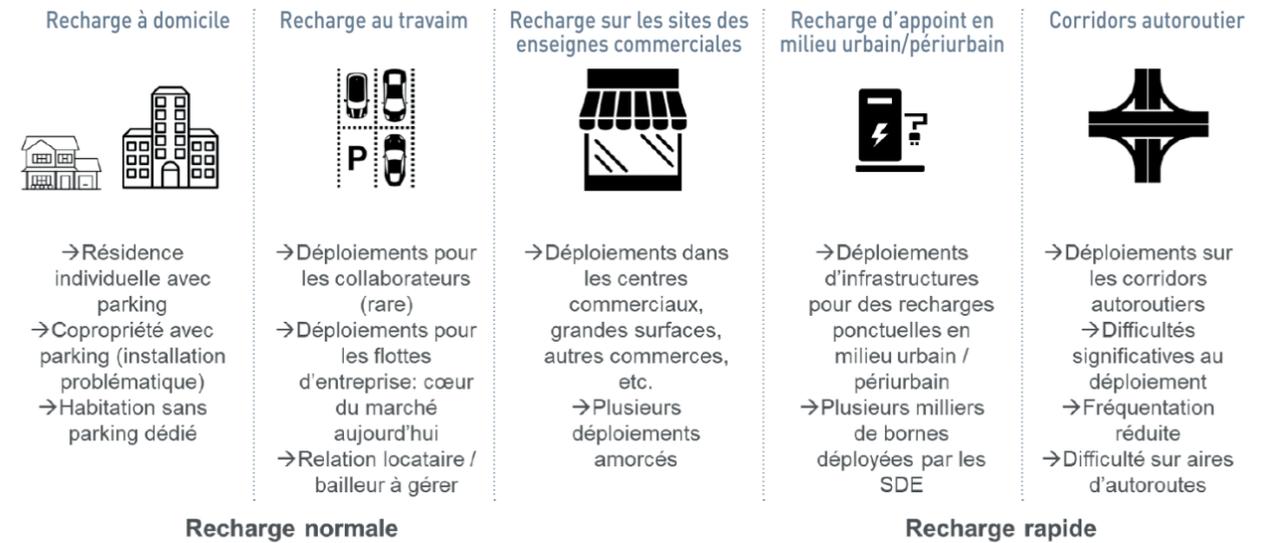
	Puissance de la borne	Où se situent les bornes ?	Temps de recharge pour 100 km d'autonomie	Temps de recharge pour 300 km d'autonomie
Recharge normale	1,8 kW (prise classique)	Domicile ou lieu de travail	12 h	36 h
	3,7 kW (prise renforcée / type 2)		6 h	18 h
	7,4 kW (borne type Wallbox)		3 h	9 h
Recharge accélérée	22 kW	Voirie	1 h	3 h
	50 kW	Parkings de centres commerciaux, hubs de recharge, stations-service	30 min	1 h30
Recharge haute puissance	150 kW	Stations autoroutes	10 min	30 min

Source : Enedis 2020

LES SOLUTIONS DE RECHARGE

Dans 80% des cas, la recharge principale d'une voiture électrique se fait à domicile, les recharges en voirie ou au travail sont aujourd'hui marginales (BVA-Enedis¹, 2020). Mais chaque sortie peut donner l'occasion de se charger grâce aux nombreux points de charge accessibles au public.

Les grands types de recharge de véhicules électriques



Coda Stratégie, 2019

Recharger au domicile

Le domicile est le lieu préféré pour recharger son véhicule électrique (IPSOS, 2019). Dans la pratique, 90% des résidents en maison individuelle rechargent principalement au domicile, une proportion qui passe à 47% pour les résidents en immeuble (BVA-Enedis, 2020). Au domicile, lieu où la voiture est la plus stationnaire, l'usage premier est la recharge principale : c'est le fait d'effectuer le plein, la recharge complète de son véhicule en vitesse normale. A savoir, une batterie chargée à 80% est suffisante et une recharge principale n'est pas nécessairement quotidienne. Pour 64% des utilisateurs, c'est même une à deux fois par semaine (BVA-Enedis, 2020).

EN MAISON INDIVIDUELLE, LA MAJORITE DES UTILISATEURS DISPOSE D'UN POINT DE CHARGE

3 solutions existent, la différence réside dans la puissance installée (Enedis, 2020²) : plus elle est importante, plus la vitesse de recharge est rapide (cf. tableau recharge). Une voiture électrique peut se brancher sur une prise domestique (1,8 kW, 8A), une prise renforcée (3,7 kW, 16A) ou sur une borne de recharge type Wallbox (7,4 kW, 32A). Ces prises ou bornes sont raccordées sur l'installation électrique intérieure de la maison, c'est-à-dire en aval du compteur électrique et du disjoncteur général, séparation physique entre le réseau public de distribution d'électricité et l'installation privée. Les prises simples et renforcées doivent être conformes aux normes en vigueur. Pour une borne d'une puissance supérieure à 3,7 kVA, elle doit être installée par un professionnel agréé par l'AFNOR ou QUALIFELEC disposant de la "Qualification IRVE".

1 - https://www.enedis.fr/sites/default/files/Enedis_Enquete_BVA_DEF.pdf
2 - Enedis, guide pratique pour recharger sa voiture électrique, 2020

En pratique, la mise en place d'une telle installation électrique dédiée à la recharge n'est pas un réflexe (BVA-Enedis, 2020). 58% des utilisateurs rechargent leur véhicule sur une prise classique, existante et non dédiée à cet usage, une tendance moins vraie chez les utilisateurs de véhicules 100% électrique qui, à l'inverse, sont 60% à utiliser une borne de recharge domestique ou Wallbox. Pourtant, de nombreuses aides financières existent pour faciliter l'installation d'une borne au domicile (cf. partie 1.2).

Le prix de la recharge au domicile est le plus avantageux : entre 2 et 3€ en moyenne pour 100 km d'autonomie¹. Ce prix dépend de l'abonnement électrique souscrit (heures pleines / heures creuses) et des pratiques de recharge encore hétérogènes : 42% rechargent la nuit (entre minuit et 7h du matin) et seulement 37% disposent d'un système de pilotage (interface ou application mobile du véhicule, signal tarifaire heures pleines / heures creuses). Par ailleurs, 87% n'ont pas augmenté leur abonnement électrique lors de l'ajout de l'usage recharge (BVA-Enedis, 2020). Cela illustre que la recharge de la voiture électrique s'intègre naturellement aux autres usages électriques de la maison tels le chauffage-climatisation, l'électroménager. A noter, certains fournisseurs d'électricité proposent des tarifs spécifiques pour ce nouvel usage dans la vie du foyer.

EN RESIDENTIEL COLLECTIF, L'EQUIPEMENT EST ENCORE FAIBLE

Un français sur deux vit en résidentiel collectif, c'est plus de 80% sur la Métropole de Lyon. En zone très urbaine, cette problématique du collectif s'exacerbe. En immeuble, équiper une place de parking d'une borne ou d'une simple prise peut être complexe. Invoquer le "droit à la prise" ou entamer une démarche collective avec d'autres résidents ? Des solutions techniques existent, encore peu connues du public.

En résidentiel collectif, 3 solutions de raccordement de bornes de recharge existent (Enedis², 2019). Elles sont inscrites par les copropriétés et les bailleurs selon des critères économique, contractuel et technique. A noter, se brancher ou se raccorder directement depuis le tableau électrique du logement est déconseillé pour des raisons de sécurité électrique et de passage de câbles privatifs dans les parties communes (guide Technique FFIE, SERCE, Enedis et CRE).

1/ Raccordement sur les services généraux : la borne est raccordée sur le tableau électrique des services généraux. Un compteur individuel permet d'isoler sa consommation électrique. Cette configuration est adaptée pour répondre à une demande individuelle d'un résident qui exerce son droit à la prise.

2/ Raccordement avec création d'un point de livraison individuel : chaque borne installée est raccordée à un point de livraison individuel connecté à une colonne électrique spécialement installée dans le parking et alimentée depuis le réseau public de distribution (RPD). La colonne électrique dite horizontale est dimensionnée pour acheminer la puissance correspondant à la totalité des places de parking (norme C14-100). Chaque point de livraison (PDL) est équipé d'un compteur du gestionnaire de réseau de distribution (Linky). Chaque place de parking est ainsi pré-équipée pour recevoir une future borne de recharge par la création d'une dérivation électrique. Dans ce cas de figure, l'utilisateur est indépendant dans le choix de son installateur de borne et de son fournisseur d'électricité.

3/ Raccordement en grappe avec création d'un point de livraison commun dédié à l'alimentation de bornes de recharge : chaque borne installée est raccordée à un tableau électrique commun, alimenté par un nouveau point de livraison équipé d'un compteur du gestionnaire de réseau de distribution (Linky). La facturation des utilisateurs est réalisée par le syndic ou par un opérateur de bornes sur la base de consommations mesurées par des compteurs individuels, ou sur la base d'un forfait contractuel. Cette configuration permet un pilotage collectif de la recharge, une répartition des coûts entre les utilisateurs et la délégation de l'exploitation et du service de la recharge auprès d'un opérateur de borne.

En pratique, l'équipement de bornes de recharge en immeuble est encore faible sur le territoire français. La LOM de 2019 est venue renforcer le droit d'un résident à disposer d'une solution de recharge sur sa place de parking à ses frais (câblage électrique, matériel et installation de la borne). Ce "droit à la prise" en vigueur depuis 2015 est dans les faits aujourd'hui peu invoqué et les demandes d'équipements en résidentiel collectif restent encore marginales.

¹ - Heure pleine sur la base des tarifs réglementés de vente au lieu de 7€ pour une voiture thermique consommant 5 litres au 100 km et considérant qu'un litre de carburant est facturé 1,40€
² - Enedis, Immeubles Collectifs - Guide pour installer des bornes de recharge, 2019

Pour penser collectif et préparer l'avenir en donnant de la valeur à l'immeuble, les démarches collectives (2 et 3) ont l'avantage de créer une infrastructure globale capable de connecter les premiers demandeurs comme les futurs utilisateurs. Ce type d'installations garantit aussi la sécurité électrique et la bonne gestion de la puissance électrique disponible au niveau de l'immeuble. Le dispositif ADVENIR permet une prise en charge jusqu'à 50% des coûts d'installation (infrastructure collective pour la copropriété, borne de recharge pour chaque résident). On relève sur la Métropole de Lyon quelques copropriétés précurseurs sur le sujet : Gerland (315 places), Ecully (250 places), Cité Internationale (46 places). Aujourd'hui, en Région, les demandes de raccordement d'IRVE en collectif commencent à arriver. En 2020, une trentaine de demandes a été reçue par Enedis.

Le prix de la recharge électrique en résidentiel collectif varie en fonction des solutions choisies. Si la recharge est réalisée sur les services généraux, son prix équivalra globalement à celui d'une recharge en maison individuelle (entre 2 et 3€ pour 100 km). Le prix d'une recharge est un peu plus élevé avec la solution 2 (entre 4 et 5€ pour 100km) car il intègre le coût d'un abonnement pour un contrat de fourniture d'électricité. Avec la solution 3, le prix d'une recharge est encore un peu plus coûteux, selon les offres de forfait proposées par les opérateurs.

AU TRAVAIL, UNE RECHARGE PRINCIPALE DE SUBSTITUTION A LA RECHARGE AU DOMICILE

La recharge sur le lieu de travail est exceptionnelle, seuls 10% le font au moins une fois par semaine (BVA-Enedis, 2020). La recharge au travail pallie l'absence de recharge au domicile. Elle est choisie par les Français en 3^{ème} position après la recharge dans un lieu public à proximité du domicile (IPSOS, 2019). Objectif recherché : une recharge normale quand le véhicule est stationnaire une longue durée.

Aujourd'hui, peu d'entreprises sont équipées de recharge pour véhicules électriques. Mais avec les dispositions renforcées de la LOM, l'équipement devrait s'accélérer. Dès 2025, en plus des obligations de pré-équipement, l'installation de bornes devient obligatoire pour les parkings non résidentiels de plus de 20 places, avec un minimum de 5% de places équipées avec une borne de recharge. Afin d'inciter à l'utilisation de véhicules électriques par les salariés, la LOM prévoit également une exemption d'impôts sur les frais de recharge à hauteur de 400€ contre 200€ pour les

frais d'essence. De plus, les employeurs peuvent offrir la recharge à leurs employés pour lesquels l'avantage en nature sera considéré comme nul par les services des impôts.

Recharger en dehors de chez soi

Chaque sortie (shopping, salle de sport, courses du quotidien,...) peut donner l'occasion de se recharger sur les Infrastructures de Recharge pour les Véhicules Electriques (IRVE) ouvertes au public. Elles sont conçues pour la recharge secondaire, dite d'appoint. En 2020, la France en compte près de 39 000 répartis sur l'ensemble du territoire français, 3 600 en Région Auvergne-Rhône-Alpes et 750 sur la Métropole Lyon (en juin 2020). En week-end ou en vacances, pour les déplacements longues distances, 130 aires d'autoroute sont équipées de bornes rapides en France.

4 LIEUX DE RECHARGE OUVERTS AU PUBLIC

On peut distinguer 4 grandes catégories d'IRVE ouvertes au public : en voirie (domaine public), dans les parcs auto, dans les parkings des commerces et les aires d'autoroutes. Ces bornes sont initialement prévues pour la recharge secondaire, dite d'appoint. C'est le fait de profiter de se recharger en même temps que l'on satisfait un autre besoin prioritaire : se stationner, faire ses courses, faire une pause. Néanmoins, dans la pratique, les recharges d'appoint en voirie et parcs auto sont aussi recherchées comme solutions principales de recharge par les électromobilistes essentiellement urbains, métropolitains n'ayant pas de solutions individuelles de recharge. Quant aux bornes sur les autoroutes et dans les commerces, elles semblent bien dévolues à un usage d'appoint. Après le lieu de recharge, l'usage est aussi conditionné par la puissance électrique des bornes, donc le temps de charge (3h, 30 min, 10 min). Les niveaux de puissance tendent à se normaliser : 7-22 kW, 50 kW et plus. Certains (inférieurs à 7 kW) vont disparaître dans les déploiements à venir (Coda Stratégie, 2019).

VOCABULAIRE DE LA BORNE OUVERTE AU PUBLIC

- Une borne de recharge propose un ou deux points de charge (PDC)
- Un point de charge est la prise électrique alimentant un véhicule à la fois
- Une station de recharge regroupe plusieurs bornes de recharge dans un même lieu dans un même lieu, "station de recharge".

DANS LA PRATIQUE

30% des électromobilistes actuels utilisent parfois les bornes de recharge accessibles au public. Quand ils le font, 67% utilisent celles des parkings de commerces, supermarchés, 26% les parkings des gares, aéroports, parcs auto et 7% en voirie (BVA-Enedis, 2020).

Ces premiers résultats peuvent illustrer 2 hypothèses :

1. Les bornes accessibles au public sont bien utilisées en guise d'appoint.
2. Elles ne convainquent pas totalement les automobilistes. Sont-elles en nombre suffisant, pratiques, accessibles, au bon endroit ?

DÉBUT D'HYPOTHÈSES :

> En nombre

Si le ratio de 1 point de charge pour 10 véhicules est globalement respecté partout, en Région comme sur la Métropole de Lyon (voir partie 1.7), l'accessibilité des bornes n'est en revanche pas toujours prise en compte.

En voirie, par exemple, les bornes comptabilisées peuvent englober l'offre d'autopartage. Ainsi sur la Métropole de Lyon, sur les 757 points de charge déployés sur le territoire, 507 relevaient du service de location de voitures Bluely dont les places de stationnement et services de chargement étaient essentiellement dédiés aux voitures de location et non à la recharge de toutes les voitures électriques. Ce constat soulève la question de la disponibilité relative des points de charge pour laquelle l'étude du taux d'occupation et d'utilisation permettrait d'affiner l'approche.

Pour suivre le décollage enclenché des ventes de véhicules électriques, le déploiement massif d'infrastructures ouvertes au public et disponibles par tous est déterminant pour garantir la recharge auprès des utilisateurs ne bénéficiant pas de recharges privatives et ceux en itinérance.

Les utilisateurs ne disposant pas de parking privatif, se retrouvant ainsi dans l'impossibilité de disposer d'une recharge individuelle, sont surreprésentés dans les villes. Cela constitue un frein majeur au développement de la mobilité électrique. En Europe, des municipalités (Oslo, Amsterdam, Rotterdam...) **ont mis en place des programmes de "bornes à la demande"**. L'objectif est de permettre un déploiement d'IRVE publiques dans les zones où se manifeste un besoin et où leur utilisation suffisante est garantie. Un utilisateur peut déposer une demande d'installation. Même s'il n'a pas l'usage exclusif de la borne, ce système permet de disposer d'un point de recharge

disponible, proche du domicile. Pour les exploitants de l'infrastructure, l'installation générée par la demande garantit l'existence de revenus significatifs et réguliers. Pour la puissance publique, ce modèle permettrait de réduire le montant des incitations financières puisque ces bornes, fortement utilisées, trouveraient naturellement leur équilibre économique (Coda Stratégies, 2019). A l'exemple de Saint-Etienne Métropole, la mise en place d'un tel service sur la Métropole de Lyon serait pertinente à étudier.

100 BORNES A LA DEMANDE A SAINT-ETIENNE

Une première en France, Saint-Étienne Métropole et la société E-Totem, en partenariat avec Demeter, Renault et Enedis, ont déployé le programme de 100 bornes à la demande pour répondre aux besoins des communes les plus urbanisées.

A partir d'une demande, d'un particulier, d'une entreprise, d'une collectivité, une borne peut être installée si tous les critères sont réunis. En amont, un travail d'identification des sites a été réalisé par les partenaires, au regard des impacts sur le réseau électrique. Cette démarche permet ainsi l'optimisation des coûts de raccordement, le respect des délais et la satisfaction des utilisateurs.



> En composition et emplacement

Les IRVE ouvertes au public se situent principalement en voirie, dans les parkings automobiles et les parkings de commerces. **Ces infrastructures étaient jusqu'à présent déployées par les collectivités et les syndicats d'énergie**, portant à 42% le nombre de bornes ouvertes au public en voirie en Région Auvergne-Rhône-Alpes et même à 71% sur la Métropole de Lyon (ADEME Auvergne-Rhône-Alpes, 2020). Les opérateurs d'IRVE déterminent ainsi la typologie des bornes ouvertes au public, faisant varier celle-ci d'un territoire à l'autre (cf. partie 1.7, une différence est visible entre la Région vs Lyon). 40% des IRVE en Région sont déployées par les syndicats d'énergie. La tendance devrait s'inverser au profit d'un déploiement par la sphère privée, en particulier dans les zones commerciales, axes autoroutiers, parkings privés, stations-services et copropriétés (Coda Stratégies, 2019) ce qui devrait répondre aux usages et besoins observés chez les automobilistes.

> En puissance

La Région Auvergne-Rhône-Alpes compte 90% d'infrastructures de recharge normales (de 3,7 à 22kW). **Les bornes rapides dont la puissance est supérieure à 22kW ne représentent que 10% des IRVE totales en Région, seulement 4% sur la Métropole de Lyon.** Le déploiement d'un réseau de points de charge rapides est nécessaire selon Coda Stratégies (2019) afin de garantir la recharge d'appoint, de secours et de transit, notamment dans les zones très urbaines. Il pourrait être indifféremment déployé sur la voie publique (hubs urbains, voirie) ou sur des parkings situés dans des zones commerciales ou culturelles.

> En praticité

Les différents opérateurs de mobilité qui assurent l'accès à un réseau de bornes (ex : ChargeMap, IZIVIA, TotalGR, Freshmile, Newmotion, CNR, e-born...) commercialisent **un service de carte de recharge ou badge**. Les modes de facturation diffèrent selon l'opérateur et le réseau :

- recharge payée à la borne via une application Smartphone (peut être reliée à une carte bancaire)
- recharge payée à la caisse pour les stations-service
- service de recharge dont le coût peut être compris dans une prestation (hôtels, parkings publics...)

Au-delà de cette accessibilité, d'autres attentes fortes des automobilistes commencent à être solutionnées par les opérateurs : localiser les bornes (voir encadré), développer

le paiement de la recharge directement par carte bancaire via une application ou internet (automobile-propre.com) et permettre aux abonnés d'utiliser leur carte sur n'importe quelle borne publique pour se recharger. **C'est le principe d'interopérabilité des bornes** : la possibilité de connecter son véhicule pour le recharger à différents réseaux de bornes sans avoir besoin de souscrire à plusieurs abonnements.

HELP, OU SONT LES BORNES ACCESSIBLES AU PUBLIC ?

Plusieurs sites internet et applications Smartphone proposent des services facilitant la vie de l'électromobiliste.

- **Google Maps** : localise la totalité des "stations de recharge véhicule électrique"
- **Chargemap** : propose toutes les informations pratiques sur les bornes : localisation, type de recharge (normale ou rapide), type de branchement (s'il faut un câble spécial ou non), etc.
- **Booking.com** : rechercher son hôtel en utilisant le filtre "borne de recharge pour les véhicules électriques"

> En prix

La plupart des centres commerciaux, supermarchés, ou encore enseignes proposent des tarifs préférentiels pour la recharge, voire même une recharge gratuite. Sur une borne payante (en voirie ou en parking), **le prix varie en fonction du réseau, des tarifs et des modes de facturation**. Il existe différents modes de facturation qui déterminent le coût de la recharge :

- A la quantité d'énergie rechargée (au kWh)
- Au temps passé branché sur la borne ou au temps passé à recharger
- Au forfait (par exemple : 3 heures de recharge pour 2 €)
- Une combinaison (par exemple : au kWh + au temps passé à occuper la borne au-delà d'une certaine durée pour éviter les "voitures ventouses").

En plus du coût de la recharge, les opérateurs de mobilité intègrent une commission afin de financer le fonctionnement des bornes. Elle peut s'intégrer au prix global de la recharge ou s'ajouter sous forme de forfait (par exemple : 50 centimes par lancement de recharge). En principe, tous les tarifs sont affichés à l'avance sur la borne et/ou communiqués par l'opérateur (automobile-propre.com). La recharge en dehors de chez soi demeure plus coûteuse qu'au domicile. Sur la Métropole de Lyon, les principaux opérateurs pratiquent des tarifs au temps passé couplé à un abonnement.

“ Ces premiers constats pourraient être enrichis d'études complémentaires permettant de disposer d'un partage d'expérience du programme de bornes à la demande de Saint-Etienne Métropole à l'ensemble de la Région, d'un retour d'expérience du maillage IRVE d'une zone (emplacement, puissance, utilisation / occupation...) et d'un comparatif des prestations de services (accessibilité des bornes, badges, tarification, facturation...) entre les opérateurs d'une zone.

Ces constats montrent aussi tout l'intérêt de s'intéresser aux usages et aux besoins des automobilistes pour mettre en regard infrastructures techniques et pratiques humaines et sociales. Dans ce sens, l'AVERE France a lancé en juin 2020 un appel à manifestation d'intérêt pour la création d'un observatoire national des usages de la recharge. Quant à l'enquête BVA-Enedis sur les comportements de roulage et de recharge, elle sera renouvelée chaque année afin de constituer d'un baromètre annuel. Ces outils factuels permettant d'objectiver les progrès sociaux et culturels gagneraient à être régionalisés, à la maille des AOM et de l'action publique locale. ”

QUELS PROGRES ATTENDRE SUR LA RECHARGE ?

La recharge est une composante essentielle et indissociable de la mobilité électrique. Elle fait l'objet d'importants efforts de développement qui accompagnent les innovations des véhicules électriques, corrigent les défauts des précédentes générations et préparent l'intégration du véhicule électrique dans l'optimisation du système électrique.

_DISPONIBILITE DES INFRASTRUCTURES DE RECHARGE

Les premières générations de bornes de recharge ont pu présenter des défaillances que les opérateurs n'ont pas toujours su anticiper. La fermeture en 2020 de 189 bornes sur les 217 du réseau Coor-Door de la société Izivia, en est une illustration. L'impact en termes d'image pour l'opérateur est très important comme pour la communauté d'électromobilistes. La plupart des opérateurs cherchent aujourd'hui à réduire leur sensibilité et leur dépendance à un produit unique. Ils intègrent également davantage de redondance dans leurs règles de dimensionnement de stations.

_LA MOBILITE CONNECTEE

Des applications numériques permettent déjà aux électromobilistes d'identifier, de réserver et de se diriger vers les points de charge. D'autres permettent de suivre l'état de la charge. **Le plug'n'charge pourrait marquer une étape décisive vers la simplification de la vie de l'électromobiliste.** Pour recharger son véhicule, il lui suffira de brancher la prise sur son véhicule et la mise en relation automatique se fera entre les systèmes d'information de l'opérateur de la borne, de l'opérateur de mobilité et du constructeur automobile. La transaction physique (la recharge) et la transaction financière (le paiement de la transaction physique) sont automatisées. Cette évolution sera possible par la mise en place d'un protocole de communication sécurisé commun (norme ISO 15-118). Une 1ère démonstration du plug'n'charge a eu lieu à l'occasion de l'EVS 32 à Lyon en mai 2019.

_LA BORNE DE RECHARGE MOBILE

Et si demain il n'était plus nécessaire de stationner son véhicule sur une place équipée d'une borne pour le recharger ? Plusieurs entreprises explorent ce changement de paradigme : c'est la borne de recharge qui va à la voiture plutôt que l'inverse. **Le robot mobile Charles de la start-up lyonnaise Mob Energy** expérimente ce mode de recharge dans l'un des parkings LPA de Lyon. Des constructeurs automobile européens (tel Volkswagen) et chinois (tel Aiways) développent aujourd'hui des solutions équivalentes. Cette innovation apporte une solution à plusieurs contraintes liées à la recharge traditionnelle : il n'est plus nécessaire de multiplier les points de charge accessibles au public et il n'y a moins de risque de "voiture ventouse" bloquant l'accès aux points de charge. Parallèlement, le développement des véhicules autonomes s'accompagne d'innovations autour de système de recharge où les véhicules se rendraient en autonomie sur un site de recharge.

_LA BATTERIE DE RECHARGE PERMUTABLE

Le principe qui consiste à **permuter une batterie déchargée par une batterie équivalente** chargée n'est pas nouveau. L'entreprise Better Place l'a développé dès 2008 avant d'y renoncer en 2013 faute d'un développement suffisant du véhicule électrique. Le constructeur Telsa a également tenté d'imposer ce principe entre 2013 et 2015 avant d'y renoncer devant le peu d'engouement des utilisateurs. L'un des freins majeurs est le coût de la permutation qui place la recharge électrique à un prix équivalent à un plein thermique. Le principe ne semble toutefois pas totalement abandonné, puisque les constructeurs chinois BAIC, BluePark et NIO développent une solution universelle qui autoriserait un « plein électrique » en moins de 3 minutes.

_VALORISATION DE LA MOBILITE ELECTRIQUE COMME LEVIER DE L'OPTIMISATION DU SYSTEME ELECTRIQUE

Avec une perspective de près de 15 millions de véhicules rechargeables à horizon 2035 sur le territoire français, représentant une capacité de stockage unitaire de plusieurs dizaines de kWh, le réseau électrique français disposera d'une très importante capacité théorique d'ajustement offre-demande. **L'un des enjeux du smart charging est d'exploiter cette capacité pour trouver un débouché,** par exemple, à la production d'énergie renouvelable pendant les périodes de faibles consommations, et réciproque-

ment lors d'épisodes de fortes consommations électriques, d'utiliser une partie de l'énergie stockée dans les batteries des véhicules pour éviter ou limiter le recours à des moyens de production de l'électricité générateurs de CO₂.

L'entreprise DREEV, fondée en mai 2019, a pour vocation de développer les solutions Vehicle-to-Grid (V2G) en Europe. Elle affiche que la valorisation de l'énergie en batterie pourrait permettre à un électromobiliste de rouler gratuitement. Le consortium aVENir, soutenu par le programme d'investissements d'avenir (PIA) opéré par l'ADEME, regroupe 12 partenaires représentant les métiers majeurs et experts de la filière française de la mobilité électrique. A Lyon notamment, ce projet vise à développer les technologies et services autour de la recharge qui permettront le déploiement de la mobilité électrique à grande échelle et au meilleur coût pour la collectivité et le client. Il intègre un volet sociologique pour appréhender l'acceptabilité par les citoyens du pilotage de la recharge. Un rapport public est en préparation sur le pilotage de la charge des véhicules électriques et le réseau de distribution (Enedis, novembre 2020).



1.7

Quelles projections pour la Métropole de Lyon ?

Au regard de l'état des lieux actuel, la Métropole de Lyon bénéficie d'un contexte favorable au développement de l'électromobilité : actions publiques volontaristes, initiatives privées, écosystème industriel et innovant, attrait grandissant des populations...
Comment la Métropole de Lyon se positionne-t-elle aujourd'hui en France et en Région Auvergne-Rhône-Alpes ? Quelles grandes tendances se dessinent pour demain ?

Méthode

Ici, l'étude concerne les tendances en matière de nombre de véhicules électriques (VE) et hybrides rechargeables (VHR), voitures particulières et de société, et exclue les poids lourds, bus, transports publics.

La photographie 2020 utilise les données issues de Data Grand Lyon, ZFE Lyon Métropole, GIREVE, Enedis.

Les projections 2035 émanent des scénarios prospectifs de la stratégie Enedis, elles s'appuient sur les travaux de la Plateforme Française Automobile, RTE, ADEME, France Stratégie et eBorn. Les cartes et graphiques sont fournies par Enedis à partir des données Dataneo et Gireve. Enedis réalise ces études prospectives dans le cadre de ses missions de gestionnaire du réseau public de distribution afin d'anticiper les évolutions du réseau et son dimensionnement (Enedis, 2019).

Métropole de Lyon

(Au 1^{er} semestre 2020)

1,4 million d'habitants

59 communes

538 km²
de superficie

810 000
véhicules immatriculés dont
83% de voitures particulières,
15% d'utilitaires et **2%** de bus
(ZFE métropole de Lyon)

Véhicules électriques

LA METROPOLE DE LYON,
AU 1^{ER} SEMESTRE 2020, C'EST :

8 500
voitures

électriques et hybrides rechargeables (VE-VHR) immatriculées

soit

1%

des véhicules lyonnais



X2

2 fois plus de véhicules électriques qu'en 2017

(2 930 VE-VHR), une progression qui s'accélère depuis 2019, avec plus de **+ de 2 500** nouvelles immatriculations enregistrées.

soit **21%**

des véhicules électriques de la région Auvergne-Rhône-Alpes



qui en compte **39 000** et **2,5%** du parc national (344 000). Une importance de la Métropole de plus en plus forte dans le global.



67%

de véhicules de société

33%

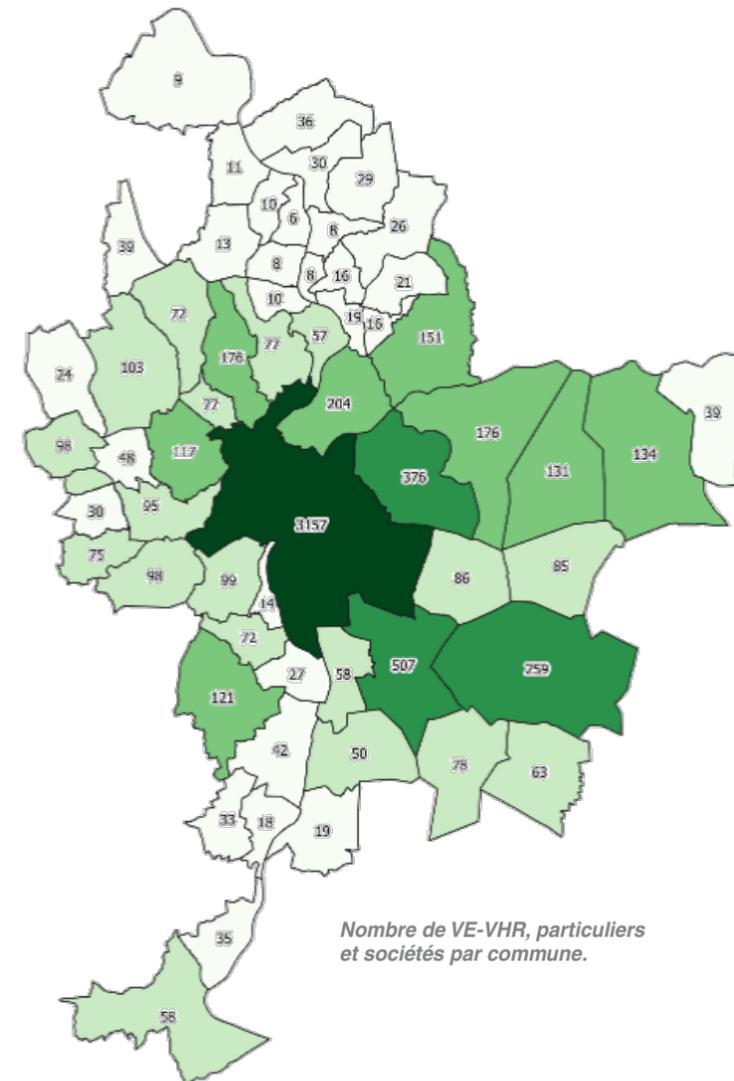
de véhicules particuliers

Les véhicules des entreprises s'électrifient bien plus vite que ceux des particuliers et dans une proportion plus importante sur la Métropole de Lyon (**67%**) qu'en Région (**54%**), comme le traduit la carte ci-contre. Mais la tendance commence à s'inverser avec une évolution croissante du nombre de véhicules particuliers (**+ 58%**).

6,8 véhicules électriques en moyenne pour **1000** habitants sur l'ensemble des communes

C'est le taux de pénétration de l'électrique ; supérieur à la moyenne régionale de 3,8. Si le nombre de véhicules se concentre davantage sur les arrondissements de la ville Lyon et la première couronne lyonnaise (voir carte), rapporté au nombre d'habitants par commune, le taux de pénétration de l'électrique varie fortement, de 2 véhicules pour 1 000 habitants à 26, selon les communes.

Ce sont les communes de l'ouest lyonnais qui affichent une pénétration plus importante que la moyenne métropolitaine.



Une dynamique croissante en faveur de l'électrique, qui sera **2 fois plus rapide** qu'à l'échelle nationale et régionale : **plus de 50 000 véhicules d'ici 2025, 500 000 en 2035**

La dynamique de l'électromobilité va se développer partout en France, mais son rythme va varier selon les territoires (Enedis, 2020). **Sur la Métropole de Lyon, la progression est ainsi estimée 2 fois plus rapide qu'au niveau national et régional, atteignant un taux d'électrification du parc automobile.**

70% dès 2035
(500 000 véhicules)

30% dès 2030
(220 000 véhicules)

8% dès 2025
(50 000 véhicules)

Cette projection repose sur les ambitions de la PPE et le scénario "Green Constraint" de la FPA : **11,8 millions de VE-VHR en 2035**. Il s'agit du scénario médian, ambitieux mais réaliste. La projection tient aussi compte de la diminution progressive du parc automobile français, d'environ 0,3% par an (PFA, 2020), une tendance encore plus vraie en urbain dense où le taux d'équipement automobile par habitant est moins important qu'ailleurs (47% sur la Métropole de Lyon contre 58% en Région).

Dans ce contexte dynamique actuel sur la Métropole de Lyon, cette ambition semble réaliste et portée par :

- les évolutions technologiques à venir (autonomie des batteries, nouvelles batteries...)
- l'évolution progressive des comportements (augmentation des véhicules particuliers, covoiturage et autopartage)
- le déploiement progressif de l'infrastructure de bornes
- la volonté des pouvoirs publics de promouvoir un usage raisonné du véhicule particulier (PCAET, ZFE, modes actifs...)

Bornes ouvertes au public

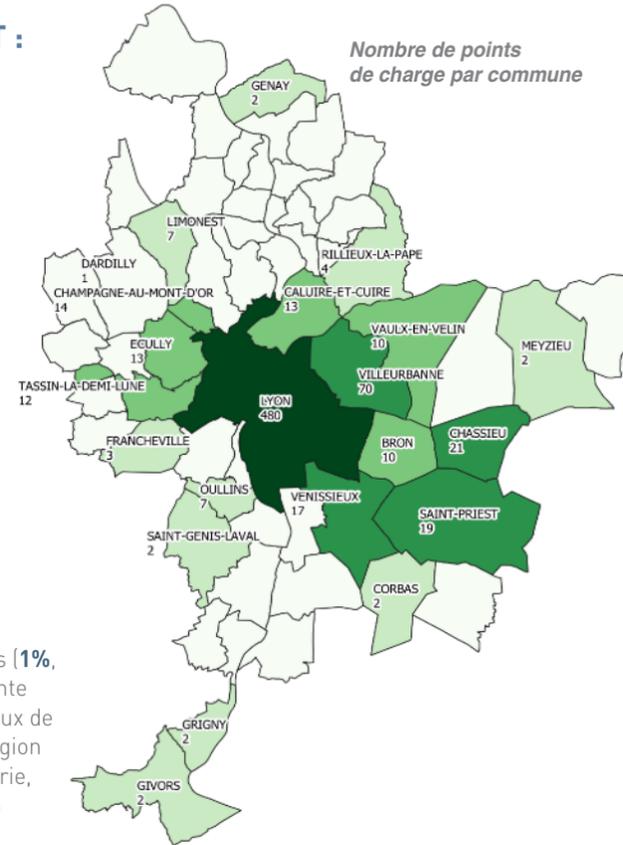


LA METROPOLE DE LYON, AU 1^{ER} SEMESTRE 2020, C'EST :

750 points de charge disponibles sur le territoire

en progression depuis 2017 (650 PDC)

A noter, la fermeture en août 2020 des **507** points de charge Bluely. **641** nouveaux points de charge Izivia sont en cours de déploiement d'ici 2021. Ce réseau de bornes, réparti sur la totalité des communes, va offrir **400** points de charge normale (7 kW), **200** accélérée (22 kW), **40** rapide (50 kW) et **1** ultra-rapide (150 kW).



Nombre de points de charge par commune

11,1 véhicules en moyenne par point de charge,

un taux d'équipement en IRVE en léger retrait par rapport à la Région (10,8 VE-VHR par PDC) et aux recommandations européennes (10 pour 1 PDC)

21%

de l'équipement régional Auvergne-Rhône-Alpes

qui en compte **3 600** PDC et **2,4%** du national (31 000), une couverture lyonnaise en IRVE importante.

71%

de bornes sont en voirie

suivis des commerces (11%), des parkings (16%) et des entreprises (1%, nouvelle offre disponible inexistante en 2017). Cette répartition des lieux de recharge diffère de celle de la Région qui compte **42%** de bornes en voirie, **23%** dans les commerces et **35%** dans les parkings.

Depuis 2017, la part des bornes en voirie diminue sur la Métropole de Lyon au profit des commerces (+22%) et des parkings (+19%). **92%** des bornes sont accessibles 24/7.

50% de communes équipées (27)

Comme pour la répartition des véhicules sur les communes, les installations de bornes se concentrent sur les arrondissements de Lyon et la première couronne. **Rapportées au nombre de véhicules électriques en circulation, les 59 communes sont diversement couvertes.**

78% de bornes normales, **18%** d'accélérés et **4%** de rapides.

La Métropole est moins couverte en bornes rapides que la Région qui en compte **10%**, la recharge rapide étant principalement présente le long des grands axes routiers. La recharge rapide se développe progressivement mais est loin d'être satisfaisante.

Une vingtaine

d'exploitants de bornes.

En région, le déploiement des IRVE est davantage porté par le secteur public avec **56 opérateurs** actifs et **40%** des exploitants rattachés aux syndicats d'énergie par départements (SDE). C'est le cas du réseau eBorn qui a installé **32%** des bornes de la région. Sur la Métropole, le déploiement a été porté par le privé sous l'impulsion de politiques publiques pour l'offre en voirie, parmi lesquels Bluely, Izivia, CNR.

LEXIQUE

Préconisation européenne : 1 point de charge pour 10 véhicules, la moyenne nationale se situe autour de 9 en 2020.

Lieux de recharge dans les commerces : concessionnaires automobiles (Renault, PSA, Audi, BMW, Fiat, Mercedes-Smart, Kia Motors, Nissan, Tesla, Volkswagen), enseignes de la grande distribution (Auchan, Casino, Leclerc, Ikea, Intermarché, Lidl, Système U)

Lieux de recharge dans les parkings : parcs de stationnement automobile, parcs relais...

Puissance des bornes : normales (3,7 kW), accélérées (7-22 kW) et rapides (> 22 kW).

Un équipement en infrastructures de recharge en bonne voie, à maintenir dans la durée en anticipation de la dynamique de développement des véhicules

Le développement des infrastructures de recharge doit accompagner et même anticiper l'évolution croissante des véhicules pour respecter à chaque étape les critères d'accessibilité de la recharge.

Sur la Métropole de Lyon, les IRVE ouvertes au public devront être multipliées par 10 d'ici 2025, soit plus de 7 000 bornes.

Cette projection 2035 s'appuie sur plusieurs hypothèses :

- Le ratio de 1 point de charge ouvert au public pour 10 VE-VHR en circulation, consensus actuel, devrait évoluer dans les années à venir, selon l'étude européenne T&E, passant à 6 en 2025 (exigence réglementaire qui force l'équipement en IRVE avant l'arrivée des VE-VHR) et à 26 en 2035. L'infrastructure se déploiera moins vite que le marché des véhicules à partir de 2025 et jusqu'en 2035.
- Les places de stationnement en domaine public seront équipées entre 4% (2025) et 7% (2035).
- Les parkings des centres commerciaux seront équipés au minimum réglementaire (5%) à partir de 2025.

Pour accompagner le développement des véhicules électriques, l'offre de recharge ouverte au public devra être multipliée sur la Métropole de Lyon.

En voirie, la croissance des points de charge est importante depuis plusieurs années, anticipée par la Métropole. D'ici 2025, l'offre en voirie devrait doubler.

Dans les parkings des parcs de stationnement et centres commerciaux, l'effort d'équipement est à fournir d'ici 2025 pour satisfaire l'exigence réglementaire. Cela concerne sur la Métropole de Lyon près de 50 parcs auto et 250 super et centres commerciaux. A noter, LPA enregistre aujourd'hui un taux d'équipement de 0,5%. Le développement des IRVE accessibles au public se fera également sur d'autres sites avec parkings, comme les hôtels, les concessions automobiles et en stations-services.

Pour aller plus loin sur les besoins en IRVE ouvertes au public, une réflexion plus large est nécessaire pour reconsidérer le ratio point de charge/véhicule.

Aujourd'hui, statique dans sa composition, la prise en compte de facteurs dynamiques liés aux usages et à la caractérisation plus fine du territoire permettrait d'affiner le diagnostic. En effet, certains facteurs jouent dans la balance. Exemples :

- **Les déplacements du territoire.** De manière statique, la Métropole de Lyon compte 1,4 millions d'habitants, en logique de déplacements, ils passent à 2,3 millions d'habitants (Sytral).
- **La part modale du véhicule dans les déplacements.** Sur les 4 millions de déplacements quotidiens dont 650 000 entrées sorties, 42% se font en voiture (Métropole de Lyon).
- **Le mode d'habitat.** 1 français sur 2 vit en collectif, c'est 81% sur la Métropole de Lyon (soit plus de 500 000 logements) dont la moitié dispose d'un emplacement réservé au stationnement. Pour cette moitié, s'équiper d'une IRVE en collectif est potentiellement à étudier. Pour l'autre moitié, la recharge principale en dehors du domicile, au travail ou sur une borne accessible au public, sera la solution.
- **La dynamique économique d'un secteur / quartier** : typologie de l'immobilier (habitat, tertiaire, industrie), zone de déplacements de non-résidents pour le travail, le tourisme...
- **L'analyse du taux d'utilisation des IRVE actuelles** pour permettre de qualifier l'usage réel des points de charge et cibler les zones à équiper. Ce taux donne une indication quant à l'occupation des points de charge. Un taux élevé signifie un besoin supplémentaire en IRVE à proximité.

Une étude en 2 volets

2. Etudes et analyses perceptions, usages, accès et praticité de la recharge

Le contexte actuel de la mobilité électrique en France et sur la Métropole de Lyon témoigne de forces motrices en présence : accélération des politiques publiques, dynamique des ventes, intérêt grandissant des publics, tissu innovant local, volonté collective, etc. Mais ces signes favorables ne permettent pas encore aujourd'hui de passer à l'étape supérieure, celle du déploiement massif de la voiture électrique, par tous, pour tous. L'accès aux bornes de recharge publiques ou privées, notamment en milieu urbain dense, constitue un frein à la généralisation du véhicule électrique. Des contraintes existent, elles sont techniques, économiques, environnementales et sociales.

Dans cette étude sociotechnique, conduite sur la Métropole de Lyon, **plusieurs points de vue sont explorés et analysés pour permettre de confronter les différents faisceaux favorables et défavorables à la recharge des véhicules électriques**. La première partie s'intéresse aux utilisateurs de véhicules électriques pour comprendre leurs perceptions et

attentes de la recharge ainsi que leurs usages et pratiques en la matière. Grâce à ces électromobilistes, des freins à l'utilisation de la recharge sont identifiés et des pistes d'amélioration suggérées. Ce qui est sûr, la recharge doit être adaptée aux usages pour faciliter son adhésion et sa naturalisation par les publics utilisateurs. La seconde partie s'intéresse aux opérateurs de la mobilité électrique, garagistes, concessionnaires, opérateurs de bornes, promoteurs, bailleurs, électriciens... ces acteurs clés du déploiement de la recharge, afin de comprendre les raisons (bonnes ou mauvaises) qui découragent l'usage du véhicule électrique et de sa recharge. Parmi ces raisons, se pose le problème de la praticité des bornes de recharge. Une série d'hypothèses de travail se confirme et des solutions sont émises par les acteurs.

Après 6 mois d'investigation et 50 personnes interrogées, analyse des résultats cette étude en deux volets, conduisant à de premières pistes de préconisations.

2.1 Perceptions et usages de la recharge des utilisateurs de véhicules électriques p.50

- > Une enquête auprès d'utilisateurs de véhicules électriques
- > Leurs perceptions et usages de la recharge électrique
- > Des scénarios de recharge en fonction de profils-types

2.2 Accès à la recharge en milieu urbain ou la question de la praticité des véhicules électriques p.63

- > La praticité ?
- > Une enquête auprès des opérateurs de la mobilité électrique
- > Le fil à la roue, analyse et résultats

2.1

Perceptions et usages de la recharge des utilisateurs

Cette première partie de l'étude s'intéresse aux utilisateurs de véhicules électriques rechargeables et vise à comprendre leurs perceptions et attentes vis-à-vis de ce nouvel objet dans le paysage automobile, leurs pratiques et usages de la recharge. Elle révèle une série de freins et de leviers d'amélioration pour permettre d'adapter la recharge aux usages.

UNE ENQUETE TERRAIN AUPRES D'UTILISATEURS DE VEHICULES ELECTRIQUES SUR LA METROPOLE DE LYON

Cette étude est à la croisée de la psychologie sociale, de l'ergonomie et du design afin d'identifier les usages in situ en termes de recharge des utilisateurs actuels d'un véhicule électrique, ainsi que leurs attitudes, leurs attentes, et de potentiels leviers d'amélioration. La psychologie ergonomique étudie la relation entre l'Homme et un "objet technique" in situ à travers l'angle des processus sociaux et cognitifs. La psychologie sociale étudie la relation entre l'Homme et autrui sous ce même prisme. Ces disciplines sociales sont adaptées à la réalisation de cette étude puisqu'elles permettent d'appréhender les usages ainsi que les perceptions de la recharge du point de vue des utilisateurs. Par ailleurs, le design permet de concevoir et penser des services adaptés aux utilisateurs, et a ainsi toute sa pertinence pour faire émerger des solutions en réponse à leurs problématiques.

UN TRIPLE OBJECTIF

- Comprendre les usages, attentes et perceptions des utilisateurs actuels de véhicules électriques
- Identifier les freins et leviers d'utilisation des bornes de recharge
- Imaginer des modalités de recharge adaptées à leur utilisation

Une méthode en deux temps

1. Des entretiens semi-directifs ont été conduits auprès de 10 propriétaires de véhicules électriques habitant dans la Métropole de Lyon entre décembre 2019 et février 2020. Les participants ont été recrutés via la communication numérique du TUBÀ Lyon, du Labex Imu et d'Enedis (newsletter, réseaux sociaux, groupes d'utilisateurs...) et sur le terrain, à proximité des bornes de recharge. L'objectif de ces entretiens était de cerner les usages effectifs en termes de recharge ainsi que les moments et lieux de rechargement privilégiés par les utilisateurs. Ces entretiens permettent d'appréhender le profil des interrogés, leurs perceptions de la voiture électrique et de la recharge, les usages du véhicule et de la recharge ainsi que des pistes d'amélioration possibles.

2. A l'issue de la phase d'entretien, un atelier d'idéation a été animé avec des propriétaires de véhicules électriques habitant dans la Métropole de Lyon afin de trouver et proposer des solutions plausibles et adaptées à leurs usages en matière de recharge. Pour cela, la méthode des profils types ou persona¹ a été utilisée ainsi que des scénarios fictifs incorporant des usages recueillis lors des entretiens menés au préalable. L'utilisation de cette méthode aide les participants à se projeter dans une situation réelle et à saisir les points de tensions relatifs aux usages du quotidien. Les participants ont là aussi été recrutés via des outils numériques et sur le terrain. Cet atelier, initialement prévu le 16 avril, s'est déroulé le 25 juin 2020 en visio-conférence au regard du contexte sanitaire lié à l'épidémie de Covid-19.

PERCEPTIONS ET USAGES DE LA RECHARGE ELECTRIQUE SUR LA METROPOLE DE LYON

Qui sont ces enquêtés ?

Pour les entretiens, l'échantillon proposé explore la pluralité d'expériences et de profils. Il n'a pas vocation à être représentatif des conducteurs de véhicules électriques en France dont 70% "n'utilisent jamais ou presque jamais les bornes de recharge publiques" (Enquête BVA pour Enedis, 2020²). Ici, l'ambition est bien de saisir les usages et la perception de la diversité d'utilisateurs. En effet, les usagers d'aujourd'hui seront probablement différents dans les années à venir du fait de la démocratisation des véhicules électriques (cf. Partie 1.4 et 1.5 du contexte).

Ainsi, l'échantillon est constitué de profils assez divers traduisant la variété des citoyens, des situations et des pratiques. 9 des 10 utilisateurs sont propriétaires de leur véhicule électrique, l'utilisateur restant utilise un véhicule de la flotte de son entreprise. L'âge et les catégories socio professionnelles révèlent une forte proportion de cadres et professions intellectuelles supérieures ainsi que de personnes ayant entre 50 et 64 ans. Les personnes interrogées habitent des lieux assez variés du territoire métropolitain, voire au-delà. Elles sont des usagers réguliers voire quotidiens de véhicule électrique. Le panel dispose également d'une variabilité sur les possibilités de recharge au domicile puisque la moitié d'entre eux ont une prise accessible sur leur place de parking, illustrant ainsi la variété des situations rencontrées et la fréquence d'utilisation (graphiques ci-contre).

A l'image de ce qui a été révélé dans le contexte, les enquêtés ont eux aussi choisi d'acquérir un véhicule électrique pour des raisons environnementales, financières, expérientielle, novatrices. Pour certains, le passage d'un véhicule thermique à un véhicule électrique contribue à réduire leur impact environnemental, ils se sentent concernés par les questions de qualité de l'air en ville et sont "très sensibles à la pollution atmosphérique". D'autres ont choisi l'électrique pour le confort associé à la conduite de ce type de véhicule. Les usagers interrogés apprécient le confort de ce type de véhicules qu'ils considèrent comme étant "agréable", "doux", "reposant", "satisfaisant" ou encore "facile" même si certains d'entre eux

1 - Persona : « Les persona sont des modèles d'utilisateurs créés par l'équipe pour faciliter sa compréhension des buts, motivations et comportements des personnes qui utiliseront une interface » Borne, C. & Brangier, E. (2013). La méthode des personas : principes, intérêts et limites. Bulletin de psychologie, numéro 524, (2), pp. 115-134.

2 - Enquête comportementale auprès des possesseurs de véhicules électriques : habitudes de roulage et de recharge (2020)

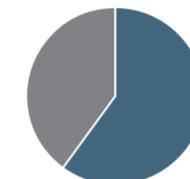
expliquent avoir eu besoin d'un "temps de prise en main" pour s'adapter à la conduite ainsi qu'aux aspects plus techniques, nouveaux, tels que la localisation des bornes, leur puissance, les différentes connectiques etc. Ce côté novateur constitue un motif d'achat pour quelques usagers se considérant "geeks" ou qui "aime[nt] la technologie". La baisse des dépenses constitue également un levier d'achat pour les usagers, en partie expliquée par le faible prix de l'électricité mais aussi par l'exonération de 100% des taxes sur les véhicules professionnels. Les personnes interrogées considèrent faire des économies en utilisant un véhicule électrique plutôt qu'un thermique. Pour celles ayant une prise à domicile, la charge est perçue comme peu coûteuse et la recharge sur les bornes "coûte quelques euros, ce qui est dérisoire comparé à un plein de n'importe quel véhicule thermique".

Accès à la recharge à domicile



- Place de parking personnelle avec système de recharge
- Place de parking personnelle sans système de recharge
- Résidence avec parking sans système de recharge
- Absence de place de parking

Fréquence d'utilisation



- Presque tous les jours
- 2/3 fois par semaine
- Environ une fois par semaine

Durée approximative d'utilisation quotidienne



- Moins d'une heure
- Environ une heure
- Plusieurs heures

Pratiques de la recharge des utilisateurs interrogés

L'échantillon met en exergue des usages hétérogènes en matière de recharge (graphique ci-dessous). Certains se rechargent essentiellement à domicile (6 personnes interrogées sur 10), d'autres sur leur lieu de travail (3 sur 10) ou encore sur des bornes disponibles sur l'espace public (1 sur 10). Si globalement ces usages sont différents, une similitude est visible entre toutes les personnes : elles utilisent toutes un système principal de recharge couplé à des systèmes de recharges d'appoints, secondaires. C'est le système principal de recharge qui diffère selon les personnes (prise à domicile ou sur le lieu de travail) mais qui assure le fonctionnement quotidien du véhicule. Les systèmes de recharge secondaires sont utilisés en itinérance lors de trajets inhabituels pour "faire un plein" ou sur des trajets plus classiques (courses), en appoint de la recharge principale.

Des usages hétérogènes de la recharge



Quelles sont leurs perceptions vis-à-vis des solutions existantes de recharge ?



La recharge à domicile, une solution perçue comme simple hormis pour les copropriétés.

Les utilisateurs enquêtés ont peu abordé la question de la recharge à domicile en habitat individuel laissant à supposer qu'elle ne pose pas de problématiques particulières à ceux y ayant accès. En revanche, certains usagers expliquent que l'installation de bornes de recharge électrique est complexe en copropriété, du fait de la durée du process et des contraintes techniques. Pour l'un d'entre eux, cela représente "des démarches auprès de la régie" qu'il n'a pas "forcément envie d'engager". Cette complexité perçue peut s'accroître du fait du coût d'installations électriques supplémentaires comme des compteurs individuels dans les garages. Un usager suggère ainsi de raisonner en forfait en intégrant des charges supplémentaires pour les personnes possédant des véhicules électriques car l'électricité n'est "pas chère". Par ailleurs, un usager explique que l'installation d'un booster à son domicile impliquerait le passage de son abonnement électrique à 15 kVA ce qui n'est pas possible actuellement. Selon lui, il serait intéressant que "Enedis et les fournisseurs remodelent les abonnements".



La recharge sur le lieu de travail perçue comme encore insuffisante.

Les lieux de travail ne disposent pas encore suffisamment de bornes de recharge selon les interrogés. L'un d'entre eux explique n'avoir "aucune borne sur son lieu de travail" alors qu'il travaille dans une grande entreprise installée sur une commune de la Métropole.



La recharge ouverte au public perçue comme complexe.

La recharge accessible au public, à savoir en voirie, sur les parkings de commerces et lieux d'intérêts ou dans les parkings payants type parcs auto, recueille le plus grand nombre de problématiques de la part des enquêtés.

En matière de composition des bornes : localisation, nombre et puissance.

Un nombre insuffisant de bornes de recharge, en particulier rapides et en centre-ville :

La plupart des personnes interrogées considèrent le nombre de stations de recharge électrique sur la Métropole de Lyon comme insuffisant. Leur perception est unanime : il est compliqué aujourd'hui de se recharger sur la ville de Lyon, en particulier pour les personnes habitant "dans un immeuble". Le nombre de bornes rapides est également perçu comme "insuffisant" par ces usagers qui consentent à penser que l'augmentation des bornes rapides représente "un vrai défi pour la Métropole".

> Plus de bornes, en particulier rapides : les utilisateurs interrogés pensent qu'une augmentation du nombre de bornes faciliterait la recharge sur la Métropole de Lyon pour tous. Ils souhaiteraient en particulier un plus grand nombre de bornes rapides en équipant des lieux clés où les automobilistes restent garées au moins 30 minutes comme les "stations-services et les points de ralliement classiques type grande surface" par exemple.

Des bornes de recharge pas toujours reliées aux usages.

Les types de bornes et puissance de recharge déployées sur le territoire ne correspondent pas forcément aux usages des lieux sur lesquels elles sont implantées. Un usager explique ainsi qu'il n'est pas logique de trouver une borne en charge lente devant un musée : "à partir du moment où il y a la moindre activité touristique, il faut du 22 KW minimum". Par contre, un autre utilisateur trouve pertinent de placer des charges lentes de type "green-up" au domicile des personnes par exemple : "Le gars, il fait le trajet domicile-travail, il charge la nuit, terminé, la 7KW, c'est trop".

> Des types de bornes associés aux usages des lieux : les usagers interrogés souhaiteraient que l'installation de bornes de recharge prenne toujours en compte le contexte d'utilisation, autrement dit que le type de borne choisie corresponde aux usages des secteurs d'implantation.

Dans l'exemple du musée, l'installation d'une borne rapide est plus pertinente qu'une lente selon les enquêtés. Les parkings payants dans Lyon pourraient également offrir différents types de bornes suggèrent les usagers en proposant des prises lentes telles que des "green'up" à destination des résidents à proximité se chargeant la nuit et des prises plus rapides, "au moins un 22 kW", pour les usagers de passage dans des parkings allant faire leurs courses, au cinéma, etc.

Des bornes disponibles exclusivement pour certains modèles de voitures.

Certains concessionnaires automobiles haut de gamme opèrent des bornes de recharge et autorisent seulement les véhicules de leur marque à les utiliser. Cette exclusivité est regrettée par certains usagers car elle réduit les possibilités de recharge pour les autres véhicules, en particulier utiles sur les longs trajets où le réseau de bornes est moins dense. Une usagère de ce type de véhicule haut de gamme explique qu'elle trouve facilement des bornes de recharge spécifiques à son véhicule mais que ce n'est "pas le même son de cloche pour les autres utilisateurs de voitures électriques".

Des places parfois petites et occupées.

Les personnes interrogées regrettent "la petitesse" des places dédiées à la recharge des véhicules électriques dans les parkings. Ces places semblent conçues pour des petits véhicules. Or, les véhicules électriques présentent des tailles très variables selon les modèles (Renault Zoé, Tesla Model 3, Nissan Leaf etc...) pouvant aller jusqu'au "véhicules énormes type Range Rover, Jaguar". Certains usagers expliquent ainsi devoir se "mettre en diagonale entre deux places" pour pouvoir se charger.

> Un maillage du réseau organisé par le territoire, la ville, la commune : les utilisateurs enquêtés aimeraient globalement que le réseau de bornes de recharge soit organisé sur le territoire, dans le neuf comme l'existant. Beaucoup de bornes sont par exemple prévues lors de la construction de nouvelles infrastructures, mais moins dans l'existant ce qui entraîne des disparités d'accès : "le centre commercial de Givors n'y a aucune prise de recharge sur toute la zone et celui de Chasse, qui a été refait récemment, a trois possibilités de recharge". Les usagers souhaiteraient ainsi une meilleure réflexion à l'échelle des villes, voire de la Métropole, plutôt que de cibler "juste sur des nouvelles constructions". Pour optimiser ce maillage des bornes sur le territoire, un interrogé propose que des opérateurs publics ou privés installent des bornes sur les parkings de structures ayant souscrit à un abonnement prévoyant une puissance nécessaire pour l'installation de bornes : "le Grand Lyon peut avoir son rôle à jouer en disant qu'il se met comme pompiste".

En matière de tarification et prix de la recharge

Une tarification perçue comme trop hétérogène.

Pour les personnes interrogées, la tarification de la recharge est trop disparate. Elle n'est pas unifiée entre les acteurs et le mode de tarification varie d'une borne à l'autre (paiement à la charge ou au temps de charge, ...). Les bornes de recharge du réseau d'autopartage en centre-ville sont par ailleurs considérées comme trop "chères" et ne sont pratiquement pas utilisées par les automobilistes. Certains usagers regrettent également le manque de mesures encourageant le passage au véhicule électrique. Ils citent "des villes ou des pays où les stationnements sont gratuits pour les voitures électriques. A Lyon, vous payez votre vignette 20 euros et c'est tout".

Une multiplicité des abonnements de recharge.

Les usagers s'accordent à dénoncer la "multitude de cartes" et d'abonnements nécessaires pour recharger leurs véhicules sur le domaine public. Pratiquement, "chaque ville à sa carte de recharge", une usagère explique avoir "8 cartes" d'opérateurs différents. Autre problématique, ces abonnements ne sont pas toujours compatibles entre eux : "c'est comme si pour chaque réseau de station-service, il fallait une carte différente, la carte TOTAL, SHELL, BP...l'une n'étant pas compatible avec l'autre, ça pourrait vite devenir pénible". Dans certains cas, la carte à utiliser sur la borne n'est pas toujours indiquée. Un conducteur témoigne également d'avoir essayé de préparer son trajet en Catalogne en commandant à l'avance une carte de recharge de la région sans succès du fait d'une trop grande complexité de la démarche. A cette entrave s'ajoute le fait que la plupart des bornes ne proposent pas de moyens de paiement classiques (carte bancaire), obligeant l'utilisateur à souscrire à un nouvel abonnement, empêchant ainsi la recharge rapide.

> Un mode de paiement en carte bancaire : afin de faciliter la recharge, les usagers proposent de permettre un paiement par "carte bleue sans contact" sur chaque borne "comme cela se fait sur toutes les stations essences de France" afin "d'éviter de prendre des cartes" auprès de chaque opérateur.

Une facturation perçue comme opaque.

Les usagers perçoivent la facturation de la recharge de leur véhicule comme peu transparente. En effet, selon l'opérateur de borne, la tarification s'effectue "soit au Kilowatt, soit au temps" et "varie selon la carte utilisée". Certaines bornes de recharge ne donnent pas de retour sur la quantité d'énergie consommée et par conséquent sur le prix de la recharge. Certains usagers ont "l'impression de se faire avoir" à cause de cette volatilité des tarifs. Ils expliquent que des associations d'utilisateurs militent pour instaurer un paiement au Kilowattheure plutôt qu'au temps de recharge. En effet, ce fonctionnement leur semble injuste puisque les véhicules chargeants plus rapidement sont avantagés. Encore une fois, les usagers comparent ce fonctionnement avec celui des véhicules thermiques où les stations essence ne facturent jamais au temps de remplissage mais uniquement au litre.

> Une tarification au plus juste, à l'énergie consommée : les utilisateurs de véhicules électriques souhaitent "une unification, avec des tarifs qui soient clairs" et militent pour "un paiement au kilowattheure, parce qu'au temps, c'est extrêmement injuste". En effet, cela favorise les véhicules ayant des capacités d'absorption plus rapides (généralement des véhicules haut de gamme), d'autant plus que ce mode de tarification n'existe pas pour les voitures thermiques.

En matière de fiabilité et de disponibilité des bornes

Un manque de vision sur la disponibilité des bornes.

Afin de planifier leurs déplacements, les enquêtés utilisent des applications comme chargemap, a better route planner, freshmile... Certains véhicules ont même des ordinateurs de bord incorporés indiquant "des arrêts intermédiaires pour arriver" à destination. Globalement, les usagers estiment qu'il n'est pas évident de connaître à l'avance la disponibilité des bornes. Malgré l'existence d'applications indiquant la localisation des bornes, leur disponibilité et leur état, les informations présentes ne sont pas toujours "fiables". En effet, renseignées par la communauté des utilisateurs, elles ne sont pas toujours documentées, vérifiées ou mises à jour : "parfois, on peut regarder et c'est occupé alors que deux minutes avant c'était libre" et il est très rarement possible de réserver. Cela rend difficile la planification des trajets au quotidien pour les personnes devant se recharger en extérieur. Cette problématique est également présente pour les flottes d'entreprise rappelle un usager : "sur le site, on

a des bornes de recharge mais par avance, on ne sait pas le nombre de personnes qui vont venir en voiture électrique, on ne sait pas si une borne sera disponible". Cela freine les professionnels à utiliser un véhicule électrique au profit d'un véhicule thermique.

> Une meilleure disponibilité et rotation des places : afin de faciliter la disponibilité des places de recharge, en particulier des bornes de recharge rapide, certains usagers proposent de "pénaliser les véhicules qui restent en charge quand la batterie est pleine". Certains opérateurs favorisent déjà cette rotation en augmentant leur tarification à partir d'un certain temps de charge.

Des bornes pas toujours en état de marche.

Des usagers trouvent que de nombreuses bornes ne fonctionnent pas sur le réseau : "très souvent, ça ne marche pas, fiabilité nulle". Ce ressenti est encore plus présent sur le réseau autoroutier : "vous avez actuellement 8 bornes sur 10 qui sont en panne. On a l'impression qu'ils sont payés par les pétroliers pour faire couler le truc." Aussi, certains utilisateurs expliquent qu'ils préféreraient "payer pour un service qui fonctionne que ne rien payer et ne pas pouvoir charger."

Une utilisabilité des bornes pas optimale.

Certains usagers estiment que les interfaces des bornes de recharge ne sont pas toujours simples d'utilisation. Quelques écrans ne semblent pas adaptés à une utilisation exposée au soleil par exemple. Comme pour les connectiques de téléphone, les prises des véhicules électriques présentent encore une grande diversité en fonction des fournisseurs. Cela peut empêcher certains usagers de se charger en cas de besoin partout.

> Une meilleure ergonomie et harmonisation des bornes : les utilisateurs espèrent dans les prochaines années qu'une harmonisation des bornes va s'opérer, en matière d'interfaces, de compréhension des puissances, de connectiques, de modes de paiement...

« Que ça soit plus transparent, plus facile d'accès, plus facile à comprendre »

DES SOLUTIONS DE RECHARGE EN FONCTION DES PROFILS D'USAGERS

A l'issue de la phase d'entretiens, l'atelier d'idéation est venu compléter l'approche des usages de la recharge par profil d'utilisateurs. Il s'appuie sur une dizaine de propriétaires de véhicules électriques habitant dans la Métropole de Lyon aux profils diversifiés, comme pour les entretiens, avec un accès disparate à la recharge au domicile. Le groupe s'est avéré néanmoins assez homogène en matière d'âge (34-49 ans ou plus de 50 ans) et de catégorie socioprofessionnelle (davantage de cadres et de professions intermédiaires).

Accès à la recharge à domicile



Cet atelier s'est appuyé sur **5 profils-types** ou persona ainsi que sur des scénarios fictifs incorporant les usages recueillis lors des entretiens menés au préalable. Pour chaque scénario, les participants ont identifié les contraintes et problèmes rencontrés par chaque profil-type avant de proposer des solutions et stratégies de recharge plausibles et adaptées aux usages.

Manon, professionnelle amenée à faire des déplacements longs occasionnellement



Ce persona incarne des usagers de véhicules électriques ayant une recharge à domicile et faisant quelques déplacements professionnels.

LUNDI, DIRECTION LA SOCIETE
SEB A ECULLY POUR DEBUTER
LA SEMAINE !

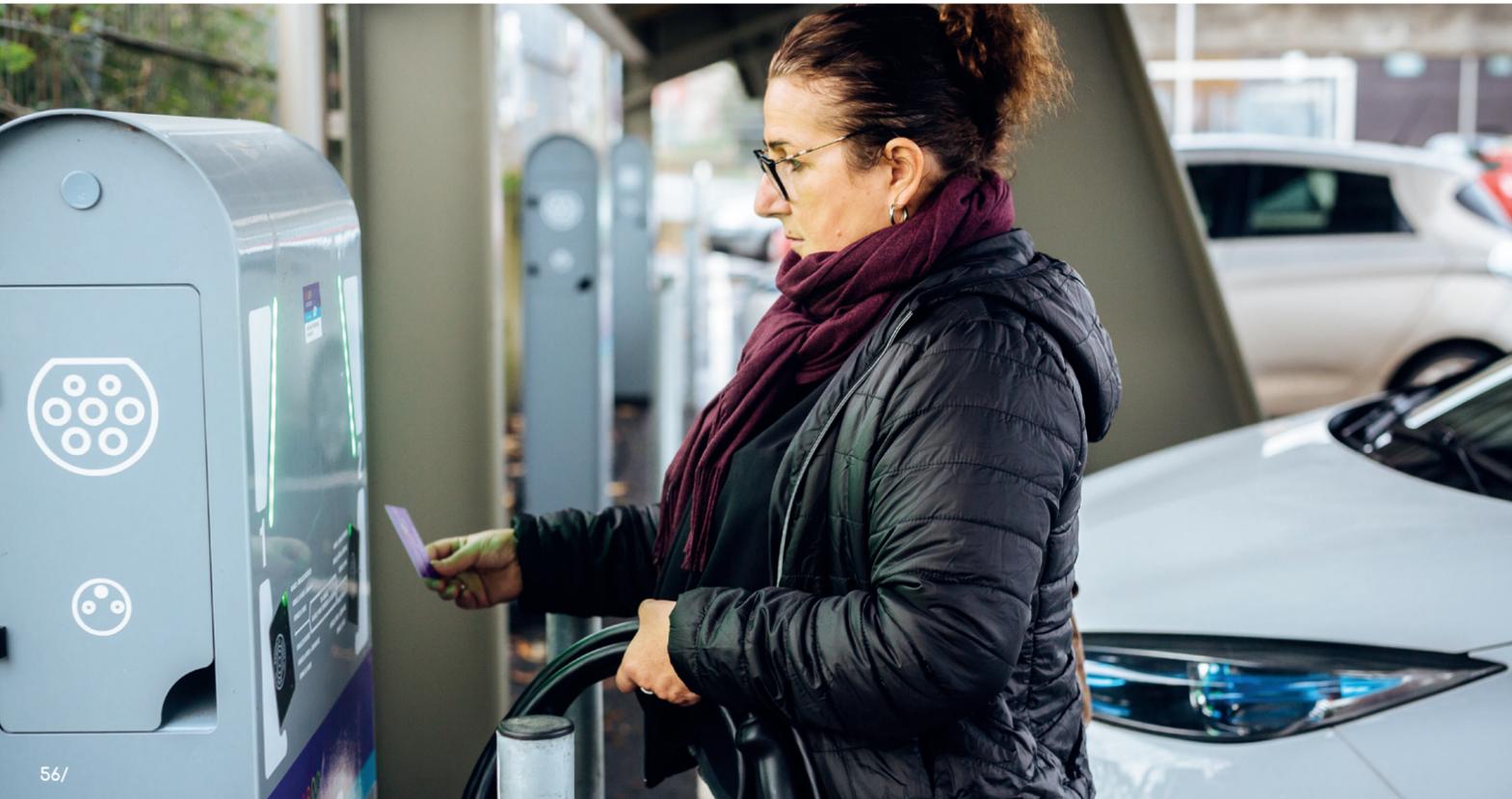


SES CONTRAINTES

- **Peu de contraintes dans l'utilisation quotidienne :** ce persona rencontre peu de difficultés dans l'utilisation quotidienne de son véhicule électrique. Sa recharge à domicile assure les trajets quotidiens et des recharges d'appoint en extérieur permettent d'assurer les déplacements.
- **Une anticipation des longs trajets :** sa seule contrainte est de devoir prévoir de recharger au maximum son véhicule la veille de longs trajets pour pouvoir réaliser un aller-retour sans se recharger.

SES SOLUTIONS DE RECHARGE

Au domicile et sur des bornes en déplacements : une recharge normale à domicile est suffisante pour assurer les trajets de ce type d'usagers. Des bornes rapides sur les grands axes routiers et autoroutiers viennent compléter cette recharge à domicile.



Sylvie, retraitée effectuant des courts trajets urbains

Ce persona n'a pas de possibilités de recharge à domicile et effectue des petits trajets urbains.

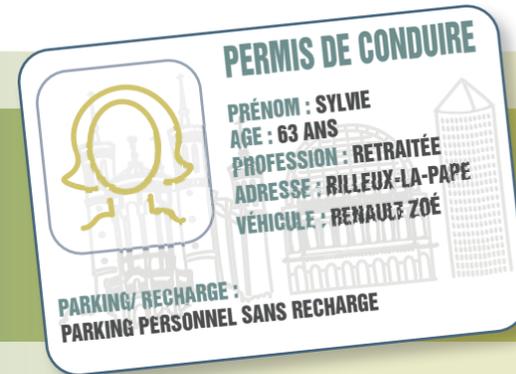


SES CONTRAINTES

- **Une absence de recharge à domicile :** ce profil d'utilisateur n'a pas encore la possibilité de recharger à son domicile et est donc contraint de se recharger sur les bornes en extérieur lors de ses différentes sorties.
- **Une difficile implantation des bornes en copropriété :** les participants évoquent la difficulté aujourd'hui d'installer des bornes de recharge en copropriété. Certains témoignent de leur expérience.
- **Le besoin d'une voiture que ponctuellement :** d'autres modes de transports plus adaptés pour la ville sont évoqués par les participants tels le bus et l'autopartage pouvant être plus intéressants qu'une voiture individuelle électrique pour des déplacements au sein de la ville de Lyon.
- **La prise en main du véhicule :** certains participants soulèvent une question fondamentale, celui de l'apprentissage des caractéristiques techniques liées à la recharge d'une voiture électrique qui n'est pas toujours aisée. Certains témoignent avoir mis "presque deux semaines pour comprendre comment fonctionnent les charges".

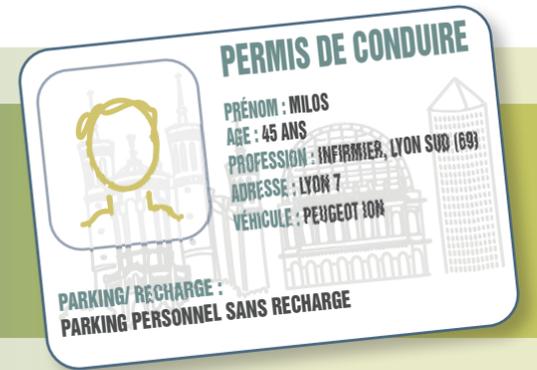
SES SOLUTIONS DE RECHARGE

- **Sur l'espace public :** ce profil d'utilisateur peut avoir recours à des charges accélérées et rapides lors de ses stationnements planifiés sur une "demi-journée" en ville. Idéalement, la réservation du stationnement et de la recharge sont visées.
- **Au domicile à condition que l'accès à la recharge soit facilité dans les résidences collectives :** les copropriétaires ainsi que les syndicats de copropriété semblent mal connaître les droits et possibilités autour de la recharge des véhicules. Aussi, les participants souhaiteraient la diffusion de "guides sur comment mettre des bornes en place, potentiellement se coupler avec des solutions de production d'énergie, des panneaux solaires ou autres". Par ailleurs, un participant propose de délivrer des permis de construire uniquement dans le cas où la construction comporte des prises dans les parkings.



Milos, professionnel multipliant les déplacements urbains

Ce persona incarne des usagers n'ayant pas de recharge à domicile et amenés à réaliser parfois plusieurs trajets dans la journée du fait de leur profession.



SES CONTRAINTES

- **L'absence de charge à domicile :** une contrainte majeure pour ce persona, le rappellent certains participants qui ne se "seraient pas lancés dans l'achat d'un véhicule électrique" sans possibilité de recharge à domicile.
- **Des places/bornes accessibles au public pas toujours disponibles :** confronté à l'absence de recharges disponibles sur le domaine public, ce persona peut se retrouver dans l'impossibilité totale de se recharger. Cette contrainte est particulièrement présente dans la ville de Lyon où la recharge est "basée sur le parking et non sur la recharge, le chargement de batterie à la demande, style station-service". Autre justification associée, le manque de charges rapides en ville ne permet pas une rotation suffisante des places de parking et donc de la recharge. Egalement, les places aujourd'hui disponibles sont majoritairement occupées par des véhicules d'autopartage et sont de fait peu accessibles aux autres utilisateurs. L'accessibilité des bornes est aussi financière pour les participants qui perçoivent l'abonnement externe comme cher.
- **Une difficile planification des temps de recharge :** sans recharge au domicile et confronté à la faiblesse des bornes publiques, ce persona a tout intérêt à préparer ses trajets. Pour les participants, cela nécessite de "bien identifier ses besoins en kilomètres", de "connaître la localisation" des bornes, et leur disponibilité pour pouvoir les "réserver".
- **Des contraintes techniques :** par exemple liées à l'autonomie du véhicule, à la connectique des câbles spécifiques à certaines marques ou à l'impossibilité de se recharger sur certaines bornes réservées aux véhicules d'une marque et donc "pas accessibles aux autres véhicules".
- **Un profil avec des usages singuliers et hétérogènes :** ce persona a des contraintes liées à son activité professionnelle lui imposant certains jours des déplacements fréquents avec plusieurs pauses et d'autres jours le stationnement complet. L'utilisation d'un VE nécessite de planifier les temps de charge et d'éviter les imprévus, ce qui peut être complexe pour certaines professions ne pouvant "se permettre de différer des rendez-vous" (santé, urgences etc...).

SES SOLUTIONS DE RECHARGE

- **Sur l'espace public :** pour les participants, ce type d'usage professionnel avec des trajets fréquents dans la journée nécessite de se recharger sur des bornes publiques rapides plusieurs fois. Certains proposent d'installer des sortes de "stations-services permettant de faire un plein rapidement" surtout dans les centres-villes. Les participants rappellent que d'autres lieux comme des installations sportives ou culturelles sont plus propices à une charge normale ou accélérée car le véhicule reste stationné plus longtemps.
- **Sur le lieu de travail :** pour ce travailleur itinérant que quelques jours par semaine, le lieu de travail semble être pertinent pour recharger son véhicule selon les participants, d'autant qu'il "peut être plus facile de créer des bornes de recharge sur le lieu de travail que dans les copro ou les bâtiments résidentiels". Les participants proposent d'associer des bornes de recharge rapides et normales sur les parkings des lieux de travail afin de recharger normalement et d'optimiser le temps de stationnement quand le véhicule stationne une journée entière et de recharger rapidement quand il s'agit d'assurer des recharges d'appoint.
- **Une recharge d'urgence :** c'est la possibilité d'avoir des véhicules de dépannage pouvant assurer une recharge rapide pour un véhicule n'ayant plus de batterie et "pour permettre de faire quelques kilomètres pour aller se mettre sur une borne de recharge". Cela pourrait être intégré dans un contrat d'assurance selon les participants.
- **Une recharge prévue et planifiée :** les participants souhaiteraient avoir la possibilité de « savoir à l'avance » si les bornes de recharge sont libres et "les réserver" pour faciliter l'organisation des trajets et des temps de recharge.

Arielle et Erwann, touristes de passage sur la Métropole de Lyon



Ces persona sont en itinérance dans une autre ville.

PETIT STOP PAR LYON,
ILS DECIDENT DE LOGER AU
SOFITEL PRES DE BELLECOUR

UN PEU DE CULTURE S'IMPOSE,
VISITE DU MUSEE DES CONFLUENCES
ET D'ART CONTEMPORAIN

IL EST TEMPS DE REPRENDRE
LA ROUTE EN DIRECTION
DE GRENOBLE

SOFITEL

MUSEE DES CONFLUENCES

MUSEE D'ART CONTEMPORAIN

GRENOBLE

SES CONTRAINTES

- **L'identification des possibilités de recharge** : ce persona peut rencontrer des difficultés à trouver des lieux de recharge, qui soient fonctionnels, durable et au meilleur coût. Ce scénario a remémoré aux participants les contraintes rencontrées lors de trajets en itinérance. Par exemple, l'un d'entre eux raconte : "il nous restait 50 km à la Tour du Pin pour faire Ternay, ce n'était pas ça... Moi confiant je me dis, on va passer, on va s'arrêter chez Renault, mais les bornes qui sont à l'extérieur chez Renault ferment avec les concessions...". Cette méconnaissance du territoire visité rend plus complexe la recharge, l'équipement en bornes étant par ailleurs assez inégal en fonction des régions, selon les participants.
- **Le besoin d'une voiture que ponctuellement** : d'autres modes de transports plus adaptés pour la ville sont évoqués par les participants dans le cas du tourisme. Les déplacements urbains en itinérance ne doivent pas nécessairement se faire en véhicule électrique, ils préconisent de marcher ou de prendre les transports en commun.

SES SOLUTIONS DE RECHARGE

- **Dans les parkings des hôtels** : pour se recharger durant la nuit avec des recharges normales.
- **Dans les parkings des lieux culturels et des bornes en libre-service** : via des bornes de recharge accélérée ou rapide sur les parkings d'infrastructures culturelles, les visites durent "bien 1h/1h15 dans un musée". Des bornes de recharge rapide en ville peuvent également être utiles, selon certains participants, pour les autres formes d'itinérance.
- **Dans les parkings des commerces et concessions à condition d'un accès 24h/24 et 7J/7** : les participants souhaiteraient l'accès à tout instant aux bornes des parkings de supermarchés et concessionnaires qui ferment généralement aux mêmes horaires que le commerce, ce qui réduit les possibilités de recharge en soirée pour les voyageurs ou pour les travailleurs de nuit.
- **Dans les parkings relais** : l'intégration du véhicule électrique dans les stratégies d'intermodalité urbaine est importante pour les participants qui aimeraient "créer ou à développer" des places dédiées aux conducteurs de VE avec des bornes de recharge. Les participants ont également proposé de créer un "package de mobilité dans la ville" pour les conducteurs de véhicules électriques en itinérance utilisant les parkings relais. Ils pourraient "recharger leur véhicule et le laisser pendant 2/3 jours, le temps de leur séjour, dans Lyon" et bénéficier d' "un tarif privilégié à l'accès aux transports en commun, éventuellement Bluely".

Adel, jeune actif se rendant sur son lieu de travail en voiture



Ce persona habite dans le centre de Lyon, n'a pas de parking personnel ni de possibilité de recharge et se rend en zone péri urbaine pour travailler.

LES LUNDIS, APRES SA JOURNEE DE TRAVAIL ADEL
FAIT SES COURSES A CARREFOUR ECULLY

EN TANT QUE GRAND FAN DE L'OL,
ADEL SE REND AU DERBY AU STADE DE DECINES

DOMICILE

LIMONET

CARREFOUR
ÉCULLY

PARC OL, DECINES

SES CONTRAINTES

- **Des bornes pas toujours fonctionnelles** : l'absence de recharge à domicile induit une probable utilisation de bornes de recharge en libre-service qui ne sont pas toujours fonctionnelles selon les participants. Certains adaptent même leurs habitudes de consommation en fonction des lieux où des bornes sont présentes et fonctionnelles, parcourant ainsi parfois plus de kilomètres.
- **Des bornes perçues comme chères en centre-ville** : les tarifs des bornes de recharge en centre-ville des réseaux de véhicule d'autopartage sont perçus comme très élevés par les participants ce qui représente une contrainte potentielle pour ce persona hyper urbain. Un participant explique être "obligé" d'utiliser ces bornes n'ayant pas d'autres possibilités de recharge. Il trouve les tarifs "exorbitants" et estime être "pris en otage" par le système, d'autres solutions de recharge dans Lyon n'étant pas encore existantes.
- **Des modes de tarification et de paiement hétérogènes selon les opérateurs** : ce persona utilisateur de bornes publiques de recharge se heurte à une multiplicité de mode de paiement et de tarification en fonction des opérateurs. Un participant explique par exemple qu'une borne à Genas présente "trois moyens de régler et de se connecter différents et donc trois tarifs différents" alors que ce type de fonctionnement paraît impensable pour des véhicules thermiques.
- **Des contraintes techniques liées au constructeur** : les participants estiment que les connectiques exclusives à certains constructeurs automobiles peuvent être un frein supplémentaire pour ce type de profil d'utilisateurs. En effet, toutes les bornes ne sont pas compatibles réduisant encore ainsi les possibilités de recharge pour ce persona.

SES SOLUTIONS DE RECHARGE

- **Sur le lieu de travail** : ce persona pourrait se charger sur son lieu de travail grâce à des charges normales ce qui semble "suffisant" s'il se "recharge une fois par jour".
- **Sur l'espace public** : le recours à des bornes de recharge rapide sur des parkings de lieux de consommation ou de loisirs pourrait permettre de compléter la recharge de ce profil d'utilisateurs en plus des bornes en voirie. Pour faciliter la vie de ce persona, les participants conseillent l'harmonisation des modes de paiement et abonnements. Les bornes pourraient communiquer avec la voiture pour facturer la recharge et ainsi éviter l'utilisation du téléphone ou de cartes d'opérateurs. Les participants aimeraient aussi des "bornes dites intelligentes" pouvant permettre d'indiquer le niveau de recharge souhaité afin de faciliter la "gestion intelligente".

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude qualitative menée auprès d'électromobilistes grand lyonnais a révélé une hétérogénéité dans les usages de la recharge en fonction des profils d'utilisateurs et des solutions de recharge existantes et connues. Si l'usage diffère, la perception de ces solutions existantes est en revanche commune et partagée par tous : la recharge à domicile est simple hormis en copropriétés, insuffisante sur les lieux de travail, complexe, opaque, injuste dans les lieux ouverts au public. A partir de ces perceptions, des pistes de progrès ont été proposées afin d'adapter les solutions de recharge, principalement celles ouvertes au public, sources des plus grandes contrariétés. Ces pistes montrent des utilisateurs de véhicules électriques en attente de politiques publiques concourant à davantage de transparence, d'harmonisation et d'organisation concertée du maillage de bornes entre public et privé. Les résultats confortent un déploiement des bornes sur le territoire s'inscrivant dans un plan global de mobilité urbaine et intégrant la question des usages.

Il est important de relier les résultats obtenus ici au contexte de l'étude. Elle a été réalisée entre fin 2019 et le début de l'année 2020 alors que le déploiement de nouvelles bornes sur la Métropole de Lyon "IZIVIA Grand Lyon" est encore en cours, la perception de l'offre de recharge en voirie par les utilisateurs a ainsi pu être parcellaire. Par ailleurs, les cadres et professions intellectuelles supérieures sont particulièrement représentés dans notre échantillon pouvant s'expliquer par un prix d'achat des voitures électriques plus élevé que celui des voitures thermiques au moment où les utilisateurs interviewés ont acheté un véhicule électrique. Aussi, les utilisateurs de véhicules électriques d'aujourd'hui seront peut-être différents dans les années à venir, avec la baisse du prix d'achat, les évolutions technologiques et les politiques d'accompagnement à la transition environnementale. Cette étude a permis de mieux comprendre les pratiques de recharge des utilisateurs et leurs perceptions. Elle pourrait être prolongée et complétée d'une observation active des usages et d'une étude quantitative afin de disposer d'éléments mesurant l'utilisabilité des systèmes de recharge actuels.

2.2

Accès à la recharge en milieu urbain ou le problème de la praticité des véhicules électriques

Cette deuxième partie de l'étude se fonde sur une hypothèse de travail simple : l'accès à une prise, la question du « droit » à une prise et les conditions de son respect sont symptomatiques des défauts de praticité du véhicule électrique.

Ce défaut de praticité serait à l'origine des difficultés de généralisation de ce véhicule dans les pratiques de mobilité contemporaine. Enquête auprès des acteurs de la mobilité électrique.

LA PRATICITE ?

Qu'entendons-nous par praticité ? La praticité définit le rapport entre deux relations sociotechniques :

- la relation que les objets (ici les véhicules électriques et leurs bornes de recharge) entretiennent avec les gens et que nous appelons la convivialité (I. Illich, 1973) ;
- la relation que les gens (les publics¹, les utilisateurs, les usagers, les citoyens, etc.) entretiennent avec les objets et que nous appelons la civilité.

Cette définition de la *praticité* se fonde sur une conjecture que nous mobilisons et documentons à chacun de nos travaux de recherche. Selon cette conjecture, il n'y a pas d'activité humaine, individuelle ou collective qui, d'une manière ou d'une autre, ne requiert pas et ne mobilise pas des objets ou des dispositifs techniques². Les objets (ustensiles, outils, instruments, appareils, machines, etc.) contribuent à nos comportements individuels et collectifs, orientent nos manières d'être, de penser, de voir, notre conscience du monde et de son étendue.

Les comportements individuels et collectifs sont fortement liés au fonctionnement des objets. Ce lien peut se définir à travers d'une part, les rapports qu'entretiennent les objets avec leurs publics (*la convivialité*) et d'autre part, les rapports qu'entretiennent les publics avec les objets (*la civilité*). Ces rapports définissent la praticité d'un objet.

Est *convivial* l'objet ou le dispositif technique (outils, instruments, machines, etc.) qui rend service à celui qui l'utilise ; le fonctionnement de l'objet assure une parfaite autonomie et maîtrise de celui qui le manie dans ses activités, voire augmente constamment son habileté³. Est moins convivial l'objet qui aliène à la fabrication celui qui l'utilise,

par exemple, quand fabriquer ou produire n'est plus seulement rendre service à l'utilisateur, mais le rendre dépendant de celui qui le fabrique et en assure le fonctionnement. Autrement dit, la convivialité est ce qui permet à des objets et dispositifs techniques d'être appropriés aux activités des publics.

La civilité est le rapport des publics aux objets en fonctionnement. Pour conserver son habileté dans l'activité – habileté obtenue par le maniement des objets et l'acquisition des dispositions nécessaires – chacun a tout simplement intérêt à les garder en l'état, à garantir la continuité de leurs fonctionnements par l'usage. La civilité c'est garder en l'état, entretenir les objets pour les maintenir en fonctionnement, pour les maintenir toujours disponibles à l'activité. En ce sens l'usage contribue à limiter l'usure et la destruction. La civilité est l'attention portée aux objets pour les maintenir en l'état.

Typiquement, l'incivilité, même dans l'opinion publique, met toujours en lice une utilisation inappropriée d'un objet, utilisation qui conduit à sa destruction, à l'affaiblissement de sa disponibilité pour ceux dont l'activité en dépend.

On peut définir la praticité d'un objet par la manière dont la convivialité d'un objet conduit nécessairement à la civilité. Par extension, lorsque les objets impliqués sont à l'échelle urbaine, il sera question d'urbanité, à savoir la praticité des mondes urbains.

¹ - Nous préférons utiliser ce terme qui permet de regrouper un grand ensemble de relations des gens avec leurs environnements urbains et notamment dans les espaces publics (rue, place, parc, square, etc.)

² - « Toute activité sociale requiert l'usage et la fabrication d'objets. De ceux profanes, absorbés dans le quotidien, à ceux, sacrés, commis aux liturgies et aux rites, les objets sont nécessairement mobilisés par les activités anthropiques. Les cités qui s'établissent par une grande diversité d'objets fabriqués, ne dérogent pas à cette règle. Ces assemblages d'objets constituent les villes et les singularisent. Ils forment les instruments de l'urbain ici appelés les « dispositifs techniques et spatiaux de l'urbain » (Toussaint, 2009, p. 461. Cf également : Toussaint, Vareilles, 2010).

³ - Selon notre interprétation des travaux d'Ivan ILLICH (1973) qui posera le premier la question de la convivialité comme rapport que les objets entretiennent avec les humains.

LES PROBLEMES ET L'ENQUETE

Les problématiques

Les connaissances relatives à l'évolution du véhicule électrique rechargeable montrent qu'il apparaît comme une alternative crédible aux véhicules thermiques. En effet, les véhicules électriques :

- bénéficient d'un fort soutien de l'action publique
- d'un investissement de plus en plus important des constructeurs automobiles et donc de l'apparition d'une offre sur le marché
- d'une promotion importante auprès du public
- d'un capital de sympathie auprès du public : distinction sociale, sentiment de respecter l'environnement et d'agir en ce sens, faible émission de polluants à l'usage, silence de fonctionnement et sentiment d'attention au bien-être d'autrui, etc.

Pourtant, la généralisation des véhicules électriques reste incertaine et problématique. Des "freins" ou plutôt des problèmes non encore résolus semblent limiter la praticité du véhicule électrique :

- outre l'autonomie et la disponibilité de bornes de recharge, la question des recharges semble importante: en particulier, la gestion des pics de consommation que peuvent engendrer les chargeurs rapides ou même "ultra rapides" (ou superchargeur) supérieur à 100kw et pouvant atteindre 350kw¹. De fait, la gestion des ressources en électricité et des pics peut conduire à dégrader de fait les recharges rapides (sous forme de pratique de délestage)
- le prix des véhicules et la disponibilité des bornes contribuent à décourager les potentiels acquéreurs
- la disponibilité des bornes s'entend à la fois comme densité de bornes et comme situations plus ou moins privilégiées dans la ville : lieu de travail, domicile, parkings de copropriété, espaces publics, parkings publics...
- la disposition de bornes "personnelles" affectées aux utilisateurs de véhicules électriques semble particulièrement problématique dans les parkings des copropriétés – cela malgré l'ouverture d'un droit à la prise garanti par la loi :
 - le décret n°2011-873 du 25 juillet 2011 relatif aux installations dédiées à la recherche des véhicules électriques ou hybrides rechargeables dans les bâtiments et infrastructures pour le stationnement sécurisé des vélos qui rend obligatoire l'accès à une alimentation en électricité permettant la recharge de véhicules électriques ou hybrides, pour au moins 10% des places de parking (avec un minimum une place). Il est applicable aux bâtiments neufs (dépôt de permis) depuis le 1^{er} janvier 2015 et aux bâtiments existants ;

- le décret du 13/07/2016 entré en vigueur le 1^{er} janvier 2017, impose l'installation d'un pré-équipement électrique sur les immeubles neufs d'habitation en tenant compte de la répartition minimum établie par la loi selon le type de parking : habitation, tertiaire, industriel, service public, ensemble commercial/cinéma.

Malgré les actions publiques favorables, malgré l'intérêt que suscite le véhicule électrique au sein des publics, l'accès aux bornes de recharge notamment en copropriété en milieu urbain dense, semble constituer un frein important à la généralisation des véhicules électriques, lequel tend à se développer plus facilement en péri-urbain (seconde voiture), voire en milieu rural (également en seconde voiture) ou pour les déplacements professionnels (type médecins, infirmiers) en utilisant souvent les simples prises classiques 220 volts de la maison. Il semblerait également que le fonctionnement global du véhicules électriques implique encore trop l'utilisateur, lequel doit aussi régler des problèmes de fonctionnement. L'utilisateur contribue à la mise au point du système et peut jouer le rôle de pilote d'essai².

Le but de l'enquête est de comprendre les faisceaux de raisons (bonnes ou mauvaises) qui convergent pour décourager l'usage du véhicule électrique. Parmi ces raisons, se pose le problème de la disponibilité, de l'accès et de la situation des bornes de recharge.

Les acteurs enquêtés

Le véhicule électrique, comme tous les objets et dispositifs techniques, nécessite l'intervention de nombreux acteurs qui forment des réseaux assurant son fonctionnement : conception, réalisation, mise à disposition des publics, réparation, entretien, fournitures (pièces, énergie), obsolescence, recyclage, retraitement, tarification, etc. Ces acteurs sont sur le "front" et à même de témoigner des difficultés d'installation des bornes de recharge en particulier, de la généralisation des véhicules électriques en général. Ils peuvent témoigner, voire à partir de leur expérience, analyser les situations qui leur sont faites et d'en inférer des causalités. C'est à ces situations, expériences et causes inférées que l'enquête s'intéresse.

Ainsi, les acteurs de "terrains" en proximité au fonctionnement des véhicules électriques ont été privilégiés. Les grands opérateurs ont été moins sollicités et enquêtés à partir de leur production importante autour des bornes (publicité, guides, articles, etc.). Nous avons privilégié les acteurs dont la pratique et les intentions à l'égard du véhicules électriques étaient nettement moins publicisées et connues. Ainsi ont été choisis plus facilement les acteurs de la promotion immobilière, les bailleurs, les gestionnaires

de parking, les syndic d'immeubles, les garagistes (au plus près des problèmes des véhicules électriques et de leurs clients) et, bien entendu, les fabricants et installateurs de bornes de recharges.

Face aux incertitudes du marché des véhicules électriques et plus généralement face aux doutes sur les politiques à venir en matière de mobilités plus vertueuses sur le plan environnemental, **l'enquête s'est également intéressée aux rôles des alternatives aux bornes**. Existe-t-il d'autres modes de recharge ? Existe-t-il des modalités permettant de dispenser le véhicule électrique du fil à la roue que représente la borne ? D'autres solutions plus ou moins connues semblent entrer en concurrence avec le véhicules électriques (tout batterie) et constituer une alternative crédible pour le développement de véhicule tout électrique. L'enquête s'est par exemple intéressée aux alternatives permettant d'user du moteur électrique et de ses immenses qualités (fiabilité, rendement, etc.) sans subir le problème des batteries et de leur recharge, rendant le véhicules électriques aussi pratique que ces ancêtres thermiques qui transportent leur énergie et dont la recharge est de l'ordre de quelques minutes.

L'enquête

Les entretiens ont été conduits par deux enquêteurs sur un mode non-directif, la production d'information est laissée à l'initiative de l'enquêté à partir de relances toujours ouvertes (BLANCHET, GOTMAN, 1992). La méthode mise en œuvre s'inspire des "entretiens d'explicitation" mis au point en ergonomie cognitive (VERMERSCH, 2000).

Cette technique permet de prendre connaissance de l'expérience de l'enquêté : il s'agit moins de saisir l'opinion, les représentations, les justifications de l'enquêté que ce qu'il fait et sait faire, ses façons de faire, ses pratiques. Pour ce faire, cette technique d'entretien doit resituer l'enquêté dans sa situation d'action, objet de l'enquête (situation de travail, situation d'usage, etc.). Des artifices peuvent être employés : par exemple, filmer l'enquêté dans son activité et lui faire commenter ensuite le film (pour expliciter ces gestes, ces choix, ces manières de faire, etc.). D'autres tactiques peuvent être adoptées : des photographies restituant l'activité passée de l'enquêté mises à sa disposition pour susciter ses commentaires, ses remémorations à partir de ce qu'il "a fait", ou encore, réaliser des entretiens sur les lieux de son activité. C'est cette dernière stratégie qui a été retenue, dans le cadre de cette enquête sur l'accès à la recharge des véhicules électriques³.

INSTITUTIONS

IFPEN - IFP Énergie Nouvelle
BMW - Concession automobile
NEXITY - Syndic et Promotion immobilière
NEXITY - Promotion
PRELEM Group - ingénierie : conception thermique, environnementale et technique des fluides du bâtiment
ORALIA - Syndic
SACVEL - bailleur logement social
ALLIADE - bailleur logement social
MINI - Concession automobile
KIA - Concession automobile
MAZDA - Concession automobile
OPEL - Concession automobile
VW - Concession automobile
Citroën - Concession automobile
Nissan - Concession automobile
Renault - Concession automobile
MOB-ENERGY - Start-up
ZEPLUG - Start-up
LPA - Parc Auto

Les entretiens ne sont pas représentatifs au sens statistique. En revanche ils sont un solide sondage dans l'expérience quotidienne de l'environnement des véhicules électriques et reflètent une part essentielle du problème de cette mobilité alternative proposée pour la mobilité contemporaine individuelle. Le nombre d'entretiens, la faible diversité des acteurs interrogés appellent à la prudence. Cette prudence n'interdit pas des formes de généralisation dès lors que celles-ci se fondent sur une expérience, que l'on retient comme un "fait existant" et donc comme une possibilité avérée et actualisée et, par conséquent, digne d'intérêt scientifique pour sa qualité empirique permettant de tester la robustesse des hypothèses de recherche.

L'analyse consiste en deux temps :

- confronter les explicitations des acteurs aux hypothèses de recherche pour tester la robustesse de ces dernières puis les transformer en conjectures documentées à partir de leur infirmation ou de leur confirmation
 - identifier les explicitations qui, non identifiées à priori dans les hypothèses, viennent nourrir la problématique de recherche et ouvrir sur de nouvelles conjectures.
- Par prudence, les montées en généralité à partir de cette enquête se limiteront à des conjectures, c'est-à-dire à l'identification de possibilités effectuées dont on peut rendre compte et qui valident ou réfutent des hypothèses de travail ou encore font émerger des problèmes non perçus à l'initiation de la recherche par l'équipe de recherche et le commanditaire de la recherche.

³ - De fait les enquêteurs n'ont pas toujours eu le choix, en raison du confinement les entretiens ont été effectués par téléphone. Cette situation pouvait induire un écart avec la méthode de mise en situation, puisque les entretiens pouvaient se dérouler dans les lieux de confinement (souvent les domiciles des personnes). En revanche, les entretiens avaient l'avantage de porter sur un objet précis (VER-bornes de recharges) qui permettait toujours de resituer l'acteur interrogé dans son rapport professionnel à cet objet. Cette situation d'entretien impliquait de la part de l'enquêteur de toujours en référer au savoir de l'enquêté et de s'abstenir de commenter à partir de son éventuelle expertise sur le sujet, de manière à maintenir l'échange du côté de l'expérience de l'enquêté. Toutefois l'essentiel des entretiens avec les praticiens (garagistes notamment) ont pu se faire sur les lieux de travail.

¹ - 250 kw pour les superchargeurs TESLA, permettant une recharge à 80% en 15 mn (sources : https://www.challenges.fr/automobile/actu-auto/superchargeur-tesla-puissance-250-kw-charge-en-15-minutes_646566; information du 07/03/2019, consulté pour la dernière fois le 9/09/2020)

² - Ce qui peut particulièrement plaire et intéresser les « geeks », sans doute un peu moins les clients en recherche de solution à leurs problèmes de mobilité, en particulier de mobilité « propre ».

Le fil à la roue, analyse et résultats

LE DOUBLE PROBLEME DE LA RECHARGE : DISPONIBILITE ET DUREE

Hypothèse 1 : la recharge, qu'il s'agisse de la disponibilité des bornes ou du temps de recharge, limite la praticité des véhicules électriques.

L'hypothèse peut être considérée comme vérifiée. Toutefois sa robustesse tient aussi à sa trop grande généralité. La réalité du fonctionnement des bornes et de leurs usages est beaucoup plus subtile et compliquée.

Des solutions collectives, des contraintes pratiques

L'usage collectif des bornes présente de nombreuses difficultés. Il apparaît souvent de prime abord la solution évidente notamment sur les espaces publics urbains. De fait la mutualisation des bornes sur l'espace public comme dans les parkings publics ou les parkings de copropriétés pose de nombreux problèmes :

- la consommation de places dédiées à la recharge aux dépens du stationnement. Les difficultés à mixer les rotations véhicules électriques et thermique dans le cadre d'une pression forte sur le stationnement en centre-ville. Ces difficultés conduisent déjà à de nombreuses incivilités dans les modes d'occupation des espaces publics
- la prise en charge des coûts d'infrastructure
- le temps de charge et l'occupation de la place (entre 1h et 10h)
- la nécessité de trouver des systèmes obligeant les véhicules électriques à libérer les places de recharge pour assurer une rotation des recharges et du stationnement

Le temps de la charge peut être diminué de plusieurs manières :

- en modifiant les bornes de recharges (charge rapide, superchargeur, etc.)
- en utilisant des véhicules à plus petite batterie à moindre autonomie ou des hybrides rechargeables
- en acceptant que la recharge ne se pense pas en termes de plein mais de kilomètres nécessaires à parcourir entre deux stationnements selon les activités de l'utilisateur du véhicules électriques

La limitation du temps de charge peut-être cohérent avec l'incitation à libérer la place pour assurer la double fonction de stationnement et de charge (notamment dans l'espace public urbain). Tant que les véhicules ne peuvent pas (encore) libérer la place tout seul¹, il faut que son propriétaire ou utilisateur s'en occupe. Ce n'est pas toujours possible et augmente la complexité des stationnements longue durée, notamment la nuit, où il est impossible d'imaginer que l'utilisateur du véhicules électriques soit en mesure de le déplacer pour laisser la place à d'autres véhicules électriques à charger. Cela constitue une contrainte pour l'utilisateur notamment en centre-ville².

A l'utilisateur d'assumer les défauts de fonctionnement...

L'installation ou la disponibilité des bornes implique un fort investissement de la part des utilisateurs de véhicules électriques. Les bornes relèvent du fonctionnement du véhicule électrique et contraignent l'usage. Le fonctionnement de la véhicules électriques n'induit pas un cercle vertueux (ou magique – DUPUY, 1978, p. 231)³ qui concrétise son environnement fonctionnel et accroît sa valeur d'usage et contribue à sa praticité. La disponibilité des bornes est une contrainte forte à l'usage. L'utilisateur doit prendre à son compte une part du fonctionnement du véhicule électrique couteuse financièrement et consommant de son temps d'activité.

La borne de recharge limite la convivialité du véhicule électrique. La variété des bornes, des câbles, les coûts d'installation et les temps de recharge posent problème. Elles peuvent contribuer à décourager les acheteurs de véhicules électriques. Toutefois ce ne semble pas être le défaut le plus critique des véhicules électriques. Ce défaut semble limiter seulement la clientèle des zones urbaines denses logée en immeuble au profit de la clientèle située en zones urbaines périphériques et habitant en maison individuelle. En effet, la disponibilité des bornes ou des prises adaptées est simplifiée dans le cas des maisons individuelles ou de toutes petites copropriétés. Elle est à l'initiative du propriétaire et peut être facilitée par l'intervention d'un prestataire et encouragée par les aides substantielles de l'Etat ou des collectivités. Dans ce cadre la borne de recharge s'avère intéressante dans la mesure où elle est utile quand le véhicule électrique n'est pas utilisé. En ce sens le fonctionnement du véhicule électrique a tendance à devenir transparent et, peut accroître la valeur d'usage du véhicule. Les aides publiques de l'Etat ou des collectivités locales facilitent alors la prise en charge d'une partie du fonctionnement du véhicule électrique par l'utilisateur.

1 - Espérance des véhicules autonomes

2 - Utilisée par ailleurs pour décourager l'accès au centre-ville en automobile en augmentant les tarifs de parkings et en limitant les temps de stationnement.

3 - Gabriel Dupuy se réfère au cercle magique de l'asphalte observé aux états-unis, par exemple, qui montre comment l'environnement fonctionnel de l'automobile a pu contribuer à augmenter constamment sa valeur d'usage et constituer une économie de service particulièrement fructueuse : « un revêtement d'asphalte solide et épais qui permet de construire plus de chaussées pour moins de dollars de taxes → un accroissement de la quantité de routes revêtues développe la consommation routière de carburant et fournit

RECHARGE ET AUTONOMIE LIMITENT LA COMPETITIVITE DES VEHICULES ELECTRIQUES

Hypothèse 2 : l'autonomie est restrictive : recharge et autonomie ne permettent pas aux véhicules électriques d'être compétitifs relativement aux véhicules classiques. Ainsi le véhicule électrique est cantonné au rôle de second véhicule (déplacement urbain et péri-urbain) ou au marché des véhicules utilitaires (logistiques, déplacements urbains, etc.)

L'hypothèse peut être considérée comme vérifiée. Mais sa généralité peut également lui assurer une robustesse facile. La question de l'autonomie et le temps de recharge peuvent se résoudre facilement dans des usages différenciés entre thermique et électrique : le véhicule électrique apparaît comme la seconde voiture, citadine non polluante utile pour les déplacements quotidiens pendant que l'automobile thermique sert aux déplacements intensifs et grands voyages (vacances, week-end, longs déplacements professionnels).

Autonomie, temps de charge et coût d'achat limitent l'intérêt du véhicule électrique

L'autonomie et les temps de recharge limitent le marché des zones urbaines denses. Le vélo électrique pourrait être bien plus concurrentiel. Globalement, les transports en commun et l'ensemble de l'offre en électromobilité légère pourraient rendre inutiles les véhicules électriques pour le quotidien en zone urbaine dense.

L'autonomie conduit à un usage dégradé du véhicule électrique (notamment sur le plan du confort thermique – climatisation ou chauffage), mais aussi sur la charge utile, qu'il convient de diminuer pour ne pas peser sur les performances ; problème d'autant plus compliqué que la consommation de l'électricité n'allège pas la batterie. Le fonctionnement du véhicule contraint de manière importante l'usage.

Le véhicule électrique est dispendieux en temps : il faut du temps pour utiliser un véhicule de ce type (prendre le temps de la recharge notamment, construire des itinéraires adaptés, etc.). Son fonctionnement prend du temps à l'usager et ne peut assurer le service de la mobilité dans un type de société où le temps compte beaucoup. En l'occurrence dans ce cas, l'accélération technologique n'est pas du tout en phase avec l'accélération sociale et économique (ROSA, 2013)

Les entreprises préfèrent les hybrides, elles bénéficient des mêmes abattements fiscaux. Les commerciaux font trop de kilomètres pour que le véhicule électrique soit intéressant compte tenu de son autonomie.

Une citadine à la campagne

Le coût des véhicules électriques dont l'autonomie est comparable aux véhicules thermiques est prohibitif. Les véhicules électriques longues distances sont pour le moment réservés à un marché de niche. Même si les coûts sont importants, le véhicule électrique reste un achat cohérent pour les trajets quotidiens. C'est donc essentiellement un marché qui s'ouvre pour les secondes voitures.

Si l'autonomie apparaît de moins en moins problématique, les problèmes de recharge que ce soit en temps de recharge ou que ce soit en disponibilité des recharges adéquates aux batteries puissantes, en limitent les effets positifs. Dans tous les cas l'autonomie et la disponibilité des recharges et le temps de charge limite le véhicule électrique aux déplacements quotidiens et notamment domicile travail¹. Il apparaît plus efficace en zone peu dense (campagne, village, etc.) pour les petits déplacements (inférieur à 50km). Autrement dit, la clientèle des véhicules électriques est composée essentiellement d'habitants du péri-urbain qui travaillent dans l'agglomération et qui ont une maison individuelle. Ils font 40-50 km par jour. Avec l'autonomie disponible sur les véhicules y compris en entrée de gamme, ils n'ont pas besoin de la recharger dans la journée.

Le marché du véhicule électrique n'est pas sur les zones denses, mais sur le péri-urbain et la campagne. L'autonomie est suffisante aujourd'hui, même si elle cantonne le véhicule électrique au rôle de seconde voiture. Le fait d'habiter en maison individuelle permet de se dispenser de la dépendance aux bornes de recharge et de bénéficier de recharge plus simple en utilisant la prise électrique classique 220 V, disponible immédiatement et qui permet de rendre utile le parcage de la voiture (la nuit, le week-end) notamment.

Le genre du véhicules électriques

Le véhicule électrique est considéré comme seconde voiture. L'automobile thermique sert plutôt aux déplacements intensifs et aux grands trajets. Cette répartition des rôles n'est pas sans rappeler celle qui domine dans les familles entre hommes et femmes. Il semblerait que le véhicule électrique, réservé au quotidien, soit plus usuellement le véhicule utilisé par les femmes, pour aller au travail, faire les courses, emmener les enfants (école, sports et autres activités), etc.

Plus de produit fiscal → Un produit fiscal plus important signifie plus de dollars pour l'entretien et la construction de nouvelles routes revêtues → Un accroissement des routes revêtues de meilleure qualité facilite le trafic et augmente encore plus les déplacements → un revêtement d'asphalte solide et épais... ainsi de suite (Asphalt Institute Quarterly, 1966, figure, cité par G. Dupuy, p. 241)

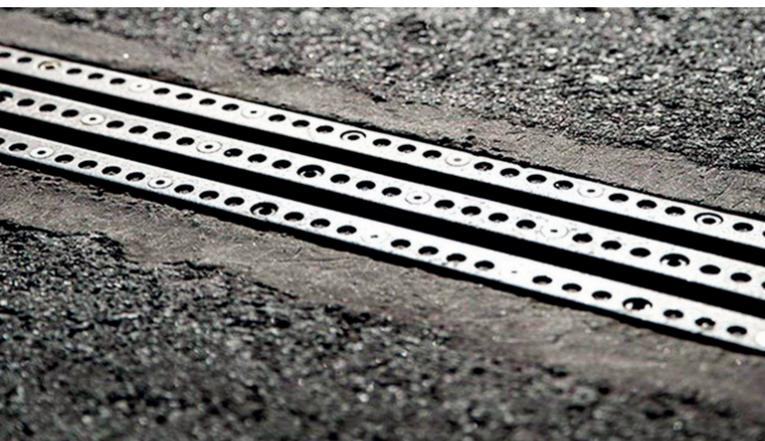
1 - Le développement ces dernières années du télétravail et du travail « distanciel » dans le cadre d'épidémies récurrentes, pourrait réduire l'attractivité du véhicules électriques.

L'absence de polyvalence... le salut par les utilitaires

Le véhicule électrique n'est pas adapté aux usages polyvalents et n'ouvre pas à tous les types de déplacement (voyage, balades, pendulaires, courses, transports d'objets encombrants, etc.). **Les véhicules professionnels (véhicules de services, véhicules utilitaires) semblent plus faciles à électrifier.** Leurs usages sont proches de celui des secondes voitures et impliquent de multiples déplacements sur de faibles kilométrages. L'évolution des batteries et des recharges plus rapides semblent ouvrir des perspectives à ces flottes d'utilitaires. La recharge peut être assurée sur les lieux de travail, l'autonomie suffisante pour une journée de travail en zone urbaine.

Dépasser les bornes ou l'idéal ergonomique du véhicule électrique

La part dominante des clients en habitat individuel semble globalement être une conjecture robuste. **Il semblerait que les alternatives soient du côté de l'hybridation ou de deux véhicules par famille l'un pour les "longs trajets", l'autre pour la ville et le quotidien des petits trajets.** Le véhicule électrique est particulièrement peu efficace en centre urbain dense, où l'on peut se passer de véhicule (Transports en Commun ou autres véhicules électriques légers, voire force motrice humaine comme le vélo ou la marche à pied). **L'idéal ergonomique du véhicule électrique serait que la recharge soit toujours disponible ici et maintenant dès que le véhicule est à l'arrêt.** Les systèmes à induction, le changement de batterie en station et les propositions de robots chargeurs pourraient potentiellement transformer cette idée en réalité, moyennant quelques aménagements de l'environnement automobile et urbain.



Route à induction en Suède

LE DROIT A LA PRISE, LA LETTRE OU L'ESPRIT DE LA LOI

Hypothèse 3 : le droit à la prise n'est pas toujours respecté. La loi impose les conditions d'installation des bornes, mais pas la présence des bornes qui reste à l'initiative des propriétaires (copropriétaire, propriétaire, syndic, gestionnaire, bailleur, etc.). L'effectivité des installations ne garantit pas la présence de borne, la décision d'installation des bornes peut dépendre d'acteurs pour qui les surcoûts ne peuvent être compensés par les avantages attendus du véhicule électrique y compris les avantages en termes d'environnement.

Cette hypothèse posait l'ambiguïté du "droit à la prise". De fait la réglementation impose la disponibilité d'une puissance aux transformateurs des immeubles, à charge des copropriétaires de faire installer les bornes ou les prises sur les places de parking.

Le droit à la prise ne fait pas la prise

La réglementation prévoit la disponibilité aux transformateurs électriques des immeubles d'une certaine puissance disponible, qui permet ensuite d'installer les bornes. La réglementation est respectée à la lettre (pour les immeubles neufs ou rénovés), et il revient aux propriétaires de véhicules électriques de faire installer la prise ou la borne de recharge à sa place de parking, ou à la copropriété de choisir d'installer des bornes collectives partagées entre plusieurs utilisateurs de véhicules électriques. **Une grande ambiguïté demeure sur le "droit à la prise" qui est plutôt un droit à la puissance disponible pour installer des prises et des bornes de recharges adaptées au véhicules électriques.**

Le maître d'ouvrage doit s'assurer que la puissance est disponible et que le fournisseur d'énergie électrique fournit cette puissance. Dans la plupart des cas des gaines en attente ont été prévues - c'est le cas, des immeubles neufs - pour permettre le branchement des bornes de recharge. Pour les immeubles plus anciens (construits avant la réglementation), il est nécessaire de tirer des gaines spécifiques pour éviter les branchements sur les parties communes - possibilité qui peut être envisagée mais qui peut poser de nombreux problèmes, à commencer par la

puissance disponible, les abonnements et la facturation de la consommation aux utilisateurs de véhicules électriques. L'installation des bornes implique la copropriété, le conseil syndical et par conséquent les régies, les copropriétaires intéressés et généralement des prestataires qui peuvent prendre en charge l'accès au transformateur de l'immeuble. Cette phase est loin d'être simple pratiquement. Elle semble poser des problèmes techniques, notamment la répartition de la puissance, la gestion des pics de puissance (en cas de généralisation des véhicules électriques) et les systèmes de délestage, tout comme des problèmes de gestion, notamment tout ce qui relève de la facturation qui semble être un point non stabilisé. La facturation peut être forfaitaire par abonnement auprès d'un prestataire, sur calcul de consommation avec un compteur, au temps de charge, au kw consommé.

Dans certains cas, le maître d'ouvrage, le promoteur ou le syndic peuvent proposer leurs propres services de recharge souvent, en convention avec un prestataire assurant la gestion et la facturation. Ces services peuvent prendre la forme d'une régie directe ou de conseil. Dans le premier cas l'utilisateur des bornes est client et le prestataire qui installe les bornes assurent en général la facturation. Les solutions retenues sont plutôt collectives. Des places spécifiques sont dédiées à la recharge, sur les parkings extérieurs (qui peuvent permettre la charge de clients hors copropriété) ou en sous-sol. Dans le deuxième cas le maître d'ouvrage ou le syndic conseille les copropriétaires et conventionnent des prestataires pour assurer le service de la recharge et surtout la facturation, à charge de l'utilisateur des véhicules électriques de contractualiser avec le prestataire.

Cette complexité tient à la fragilité du modèle économique qui aujourd'hui dépend totalement des aides publiques de l'Etat ou des collectivités. Dans tous les cas, le droit à la prise n'est pas encore en mesure de favoriser la généralisation des prises et des recharges nécessaires au fonctionnement des véhicules électriques dans les copropriétés. Moins que la réglementation, c'est le modèle économique, en particulier le problème de la facturation, qui constituerait le frein majeur, en rendant difficile et coûteux à la fois l'installation et la gestion des bornes ou des prises de recharge.

Le « flou », l'incertain, la diversité

Les acteurs se soumettent à ce qu'exige la loi : rendre disponible la puissance et rendre possible les branchements au transformateur de l'immeuble. Ensuite les branchements vont dépendre de la ténacité des copropriétaires qui vont faire valoir leur droit à disposer d'une prise. Les syndicats de copropriété semblent très prudents et ambivalents, entre le respect qu'ils doivent à la réglementation (de par leurs positions et leurs rôles ils sont en général prompts à faire appliquer le droit qui s'impose aux copropriétaires) et les capacités des copropriétés qu'ils ont en charge à absorber les coûts induits. Il en va de la solvabilité de la copropriété. La prudence et l'ambiguïté sont d'autant plus entretenues qu'il n'y a pas a priori de normalisation des procédures d'installation, voire du matériel et des processus de facturation.

Le « flou » demeure sur les multiples solutions d'installation de bornes. Les prestataires sont nombreux et proposent divers systèmes, des modes de facturation différents. Il peut être très difficile de discerner les rapports entre qualité des prestations et prix. Les syndicats peuvent se trouver dans l'incapacité de conseiller les copropriétaires sur les meilleurs choix à faire. Dans les rares expériences rapportées par les syndicats enquêtés, ils s'associent à un prestataire qu'ils font valider par les copropriétaires. De fait, les incertitudes sur la facturation peuvent conduire les syndicats et régies vers des prestataires qui ont déjà résolu ce problème ailleurs et favoriser ainsi les prestataires qui ont une expérience du "comptage" (compteur électrique, compteur d'eau, compteur de chauffage) c'est-à-dire une expérience de la facturation et de sa normalisation.

Au-delà des coûts, **les syndicats semblent soucieux de garantir la sérénité des débats au sein des assemblées générales et des conseils syndicaux des copropriétés,** tout comme par ailleurs les copropriétaires eux-mêmes. Il semble que les coûts induits et les risques de tensions au sein des conseils syndicaux soient suffisants pour garantir une attitude très réservée concernant l'application du droit à la prise et les démarches à mettre en œuvre pour le concrétiser. Le syndic ne relaie pas forcément le droit, les copropriétaires ne le revendiquent pas ou peu. Les charges induites - même subventionnées - ne sont pas anodines tout comme par ailleurs les craintes relativement à la facturation dont la transparence n'est pas assurée. Aux coûts s'ajoutent des procédures qui ne sont pas toujours très simples pour installer la borne. La démarche est particulièrement coûteuse en temps et en argent pour le premier copropriétaire qui se lance dans l'aventure.

Mais aux difficultés liées à l'installation pour le copropriétaire, s'ajoute, semble-t-il la crainte des incivilités et l'absence de mesure coercitive suffisante et efficace contre ceux qui ne respectent pas les règles et les règlements de la copropriété et donc de potentiels conflits avec ceux qui s'en affranchiront. Cette difficulté semble interdire les bornes en partage ou collective. La priori séduisant et rationnel de bornes collectives en copropriété semble irréaliste en raison notamment des probables "incivilités" (largement anticipées et déjà vécues apparemment sur les espaces publics) et des difficultés d'usages (notamment la gestion des horaires de recharge, les tours de rôle en particulier la nuit – tant que les véhicules électriques ne sont pas autonomes). **Les fragiles équilibres dans la vie en copropriété semblent conditionner assez largement le renoncement quasi systématique au droit à la prise.**

La lettre, l'esprit, le foncier et...

Le respect strict de la réglementation, qui consiste à limiter les prestations de construction à la disponibilité de la puissance aux transformateurs des immeubles s'apparente au respect rigoureux à la lettre de la réglementation. Cette propension à respecter seulement la réglementation plutôt que de promouvoir son esprit est sans doute liée aux charges qui s'accumulent dans les bilans des opérations de construction. **L'empilement des réglementations à respecter multiplie le nombre de prestations à assurer** (thermique, sécurité incendie, acoustique, structure, personne à mobilité réduite, etc.) ; **prestations qui pèsent de plus en plus lourd dans les bilans des opérations.** Les promoteurs ont, semble-t-il, de plus en plus de difficultés à équilibrer les bilans des opérations avec des coûts techniques qui ne cessent de croître. Ces charges techniques viennent s'ajouter aux charges foncières en constante augmentation. Ces charges font fondre les marges qu'il faut pourtant dégager. Les prix de la construction ont triplé en 20 ans¹.

Les réglementations toujours plus nombreuses et la croissance des coûts fonciers ont alors tendance à limiter les prestations offertes aux futurs habitants au strict nécessaire et à leur faire porter la charge des prestations qui ne tombent pas sous le coup d'une obligation réglementaire, comme les lignes à tirer entre le transformateur et les places de parking puis l'installation des bornes ou des prises. Les prestations deviennent facultatives et à la charge des copropriétaires.

Il semble que dans ce processus bien plus que la réglementation qui tend justement à protéger les futurs copro-

priétaires quant à la qualité du bien acquis, **ce sont les charges foncières qui sont défavorables à la pleine mise en œuvre de la réglementation.** La croissance continue du prix du foncier semble être l'un des facteurs déterminants, quoique peu visible et très indirect qui défavorise l'installation des bornes de recharges ou des prises sur les places de parking des copropriétés. Cette charge supportée par les copropriétaires, limite leur capacité à financer et à disposer de prestations au-delà de celles qui sont réglementairement incontournables. Ceci pourrait expliquer les raisons qui font que, malgré la présence de la puissance disponible, peu de bornes soient installées.

... et les coûts cachés, un modèle économique à l'épreuve

Le respect strict de la réglementation – amener la puissance au transformateur – **permet de transférer des coûts de fonctionnement vers les coûts d'usage.** Il semble en effet que de cette manière le fournisseur d'énergie n'assure pas la fourniture directement au véhicules électriques en ne prenant pas en charge les bornes ou les prises et les fils qui les relient au transformateur. Ces installations sont déléguées aux maîtres d'ouvrage et propriétaires, qui eux-mêmes tendent à les déléguer aux utilisateurs de véhicules électriques. De la sorte, les utilisateurs, outre l'énergie qu'ils consomment, doivent prendre à leur charge le dispositif de fourniture de l'énergie. Ils doivent assurer le financement du dispositif de fourniture et non pas seulement la quote-part liée à son usage (typiquement, le plein d'essence comprend une part de la gestion des infrastructures dont celle de la pompe à essence elle-même, mais l'utilisateur n'a pas à financer la pompe elle-même pour se servir de son véhicule). **En quelque sorte cette situation, notamment dans les copropriétés, semble consister à privatiser un service collectif, à transférer des charges collectives sur des individus.**

1 - Estimation donnée dans l'entretien Ingénieur bureau d'études, fortement engagé dans la construction pour des promoteurs privés sur tout l'hexagone.



Selon les enquêtés, les utilisateurs de véhicules électriques en maison individuelle ne s'y trompent pas, qui se contentent de la prise électrique habituelle disponible dans la construction et déjà payée et rechignent à payer des coûts supplémentaires pour disposer d'une borne. L'intervention des prestataires de service semble corriger cette tendance, mais les coûts de fourniture restent et participent des coûts cachés que les aides publiques couvrent.

En l'absence de ces aides le coût réel des charges de la fourniture et du fonctionnement de la borne risque d'augmenter rapidement les coûts d'usage et l'attractivité des véhicules électriques. Il semble que l'énergie achetée au fournisseur d'électricité et le prix que l'opérateur des bornes ou prises va pouvoir demander aux utilisateurs ne sera jamais suffisant pour couvrir les coûts de prestation (salaire, infrastructures, maintenance, service, etc.) et les marges nécessaires à la survie de l'entreprise prestataire. Ce modèle reste donc très dépendant des aides publiques de l'Etat et/ou des collectivités.

Tout en dépendant des aides publiques, les prestataires n'assurent pas de mission de service public en tant que tel. Ils ne semblent pas non plus soumis au marché public. En ce qui concerne la mobilité, ces situations de prestations sont connues, habituelles et normalisées : le fonctionnement de l'automobile en général dépend de la route, laquelle est publique et sa fabrication comme son fonctionnement (maintenance, entretien, réparation, etc.) est généralement le fait d'acteurs privés ayant répondu à des appels d'offres publics. Certains acteurs enquêtés ne comprennent pas que le véhicule électrique n'entre pas dans ce cadre, notamment pour la recharge. Enfin il semble que ces installations ne soient pas sans risque et demandent des prestations hors de portée des utilisateurs. Ainsi au-delà d'une certaine puissance de charge et surtout du nombre de véhicules simultanément en charge les règles de protection contre le risque incendie impliquent la mise en place de dispositifs (détecteur, pluie automatique, cloisonnage, etc.) qui deviennent très rapidement prohibitifs et ne peuvent être pris en charge que collectivement pour que chacun puisse continuer à bénéficier d'un usage accessible. **L'incertitude sur le modèle économique de la recharge, sur ses coûts réels, sur ses contraintes, semble largement limiter les investissements nécessaires à l'équipement des parkings de copropriété et sans doute plus que les autres, les parkings en sous-sol.**

1 - La question pouvant se poser de savoir si le but du prestataire est d'assurer une prestation pour disposer de l'aide publique ou de disposer de l'aide publique pour initier des prestations qui ouvriront un marché en bénéficiant à des clients qui trouveront juste de les payer. Entre les deux, la ligne de démarcation n'est en rien évidente.

Trouble sur les bornes

Les processus de raccordement au transformateur, l'installation de la borne sont loin d'être transparents et normalisés. Il en est de même de la tarification (variable avec de nombreux paramètres, comme le lien entre puissance, abonnement, tarif, les prestations des fournisseurs, les systèmes de facturation, de contrôle, etc.). Ces difficultés majeures autour du raccordement et de la facturation manifestent l'absence réelle de prise en charge du service que nécessite le fonctionnement du véhicule électrique. L'organisation ad hoc à cette partie essentielle du fonctionnement du véhicules électriques n'est pour ainsi dire pas prise en charge (pas encore) par des organisations stabilisées. **Ce problème provient sans doute de la faiblesse du modèle économique.** Les coûts limitent globalement la rentabilité des organisations qui pourraient fonder leurs activités sur le service de la charge. Les incertitudes sur la pérennité d'un système fondé sur les aides publiques¹, l'impression d'instabilité, de flou, le jeu des prestataires avec les aides publiques ne constituent pas un climat de confiance pour les utilisateurs potentiels de véhicule électrique. Ce trouble sur la pérennité et la stabilité du système de charge semble brouiller considérablement la perception de la praticité des véhicules électriques. L'accès à la prise ou à la borne, leurs modalités organisationnelles d'existence et de service sont loin de s'être concrétisés et normalisés, diminuant ainsi la convivialité du véhicule électrique, diminuant ainsi son intérêt et par conséquent son attrait.

Le pionnier et les autres

La conquête de la prise semble passer par la volonté ferme d'un premier copropriétaire suffisamment convaincu (ou militant) pour se confronter à des démarches peu expérimentées. Ce premier pas est toujours le plus difficile. Pour le premier copropriétaire la démarche peut être coûteuse socialement dans ses rapports à l'assemblée (au pire hostile, au mieux réservée), au conseil syndical et, par conséquent à tous ses voisins immédiats. Le copropriétaire pionnier devra assumer seul la démarche, le choix des prestataires et des prestations, passer du temps et de l'argent que les aides de l'Etat ne couvriront pas totalement. Mais, il semblerait que le premier copropriétaire puisse entraîner d'autres quand il a réussi et peut faire bénéficier de son expérience. Il semblerait que certains opérateurs de bornes de recharges facilitent les démarches de ces pionniers, dans l'attente que sa réussite suscite des vocations et l'adhésion à leur solution.

LA SATISFACTION DU DROIT DE LA PRISE DEPEND DE LA VOLONTE (POSSIBILITE) DES COPROPRIETAIRES

Hypothèse 4 : la satisfaction du droit à la prise dépend de la volonté des copropriétaires (et des décisions des assemblées générales), ce faisant elle implique l'ensemble des propriétaires et une dépense collective pour l'intérêt de quelques-uns (les propriétaires ou locataires de véhicule électrique). Cette situation n'est pas propice et tend à repousser la décision ou à obliger les copropriétaires à des solutions individualisées (installations à leur frais sur leur place) – solutions coûteuses sans gain d'échelle pour l'installateur – qui décourage l'installation.

La ligne du débat

Quelques utilisateurs de véhicule électrique ont pu faire valoir leur droit à la prise en copropriété, mais au prix de branchement sur l'alimentation des parties communes de leur copropriété. Ce branchement généralement qualifié de "bricolage" apparaît limité et ne peut guère servir qu'un ou deux véhicules électriques et pour des puissances limitées.

Mais ces expériences ont-elles déclenché l'analyse des conséquences d'une éventuelle revendication du droit à la prise, notamment auprès des syndicats. Dans cette réflexion, la ligne électrique dédiée à tirer entre le transformateur et les places de parking semble focaliser les débats entre les AG, les conseils syndicaux, les régies et les opérateurs de bornes. Elle apparaît comme l'enjeu principal et le problème des recharges dans les copropriétés. Qui la tire ? Au frais de qui ? Pour qui ? A quel prix ? Pour quel service ? Elle est centrale semble-t-il dans les discussions, dans les négociations, dans les décisions ou pas d'installer des bornes de recharge.

Cette ligne se négocie comme investissement d'avenir auprès des assemblées de copropriétaires. Pour les copropriétaires c'est un équipement complémentaire qui peut valoriser la copropriété. Elle est aussi investissement d'avenir pour les bailleurs sociaux, qui voient là une possibilité d'offrir un service. Se posent à tous le financement, entre financement collectif ou financement par les

utilisateurs. Ces coûts sont loin d'être anodins et impliquent une nécessité. Il semble pour le moment que cette nécessité ne soit pas avérée. La demande tant en copropriété qu'en logement social reste faible.

Il semble que le coût de la ligne soit même un frein à la revendication du droit à la prise. L'investissement reste le principal problème. Les coûts sont tels que, même répartis entre tous les copropriétaires, ils représentent pour chacun un investissement qui peut être important et qui s'ajoute aux charges de la copropriété, et aux diverses charges que doivent assumer les copropriétaires, comme le remboursement des prêts réalisés pour l'achat de l'appartement. Ainsi le potentiel utilisateur de véhicule électrique pourra hésiter à revendiquer son droit à la prise.

Une solution semble émerger qui consiste en la prise en charge des coûts par les installateurs de bornes, lesquelles financent l'installation et rentabilisent l'investissement en forfaitisant les consommations des utilisateurs à partir d'abonnements. Ce modèle semble avoir la préférence des syndicats et des régies. Dans cette perspective la ligne électrique n'est plus une charge pour la copropriété tout en restant un équipement complémentaire que peut valoriser la copropriété tout en faisant assumer les coûts aux seuls utilisateurs des bornes. Cette dernière solution s'appuie sur un modèle économique fragile qui reste très dépendant de l'actualité politique. Pour le moment ce modèle fonctionne largement avec les aides publiques de l'État ou des collectivités. Il est également très dépendant des décisions politiques relatives au prix d'achat de l'électricité, clef de la rentabilité des entreprises opérant les bornes et la facturation.

Les bailleurs ont intérêt à satisfaire les habitants

Le type de maîtrise d'ouvrage peut avoir une influence importante sur l'équipement des parkings des immeubles en bornes de recharge. Les bailleurs de logement sociaux et les promoteurs immobiliers n'ont pas tout à fait les mêmes problèmes à résoudre. Mise à part les éventuels défauts de construction, les promoteurs sont quittes de leurs obligations envers les propriétaires une fois la vente réalisée. Autrement dit, c'est plutôt la qualité du produit qui doit être satisfaisante. Les bailleurs sociaux sont dans une autre situation, ils vont devoir assumer la gestion du patrimoine qu'ils font construire ou qu'ils rénovent. Ils doivent inclure les services rendus aux locataires et l'attention aux charges et aux loyers rapportés à ces services. Dans cette situation il semble que les bailleurs soient plus attentifs aux demandes

plus ou moins émergentes de leurs locataires et, parmi celles-ci, les garanties sur les précautions prises pour la plus grande innocuité environnementale des constructions et en particulier le droit à la prise et l'équipement en bornes de recharge. Les bailleurs sociaux apparaissent à la pointe de l'innovation et de l'expérimentation sur ces questions. La tendance à découpler les garages des logements tend à constituer les garages en produits offerts à la location et donc à "concevoir des parkings les plus évolutifs possibles", c'est-à-dire facilement adaptables à l'évolution des demandes et besoins des locataires. L'équipement des garages valorise les produits à mettre sur le marché de la location, la borne de recharge pouvant être une forme de valorisation. C'est là une piste de développement des véhicules électriques dont semble conscients les bailleurs sociaux, ainsi que du rôle de levier qu'ils peuvent jouer. Toutefois le prix des véhicules électriques est inaccessible à leurs clients. Cela ne peut s'inscrire que dans un pari sur l'avenir et la démocratisation des véhicules électriques.

La borne, c'est trop compliqué, ça prend de la place et ce n'est pas sans risque

Trop lourd, trop compliqué : du temps, des procédures, des techniques pas totalement maîtrisées, des modes de facturation qui ne sont pas stabilisés ni normalisés... La recharge se complique.

Parmi les problèmes, la place pour les bornes. Nombreuses sont les copropriétés dépourvues de places communes. Il n'y a donc pas de place pour le stationnement d'un véhicule pendant plusieurs heures. Cette situation donne peu de chances aux solutions collectives. Elle reste un recours possible (et semble-t-il existant) dans les petites copropriétés avec un nombre de véhicules électriques réduit à 2 véhicules et disposant de branchement sur la colonne électrique des parties communes. Mais la facturation de la consommation est complexe et la solution tend au bricolage. Ces solutions sont réputées non fonctionnelles et impraticables, puisque les automobiles ne pouvant bouger toutes seules, elles reposent sur la bonne volonté des utilisateurs, leur civilité et leur capacité à coordonner les recharges de leur véhicule électrique et donc à coordonner leurs agendas.

Le comptage et la facturation paraissent freiner les aménagements dans les copropriétés. La refacturation est insoluble. "Un compteur = une place" apparaît la solution simple et évidente. L'utilisateur serait totalement autonome et la facturation le problème du fournisseur d'énergie. La difficulté actuelle de la facturation semble imposer l'évidence d'une solution : "une place, une borne et un compteur ou un forfait". Cette solution s'impose aux acteurs enquêtés (syndics, bailleurs, bureaux d'étude, installateurs de bornes de recharges). Toutes les places ne pourront pas être couvertes, mais seulement une dizaine à une vingtaine

par copropriété, voire, jusqu'à 50% des places ; ce sont plutôt les bailleurs sociaux qui maximisent. Ces places sont observées comme une contribution au développement de la véhicules électriques.

La solution du robot, portée par l'un des acteurs interrogés, prend acte de la complication de l'installation des bornes. Le nombre de bornes, la gestion et les pics de consommation, le partage des bornes, etc. autant de problèmes qui pourraient être résolus si la borne se déplaçait vers le véhicules électriques pour le recharger. Cette solution, un robot rechargeur, est en phase test. A l'évidence si cette solution est techniquement complexe, elle est radicale dans la simplicité de la réponse qu'elle propose. La gestion des risques est également compliquée. Personne n'a vraiment d'idées claires sur ce qu'il en est des risques incendies en sous-sol avec des véhicules électriques. Les coûts techniques et de construction pour limiter les risques peuvent devenir inabordables.

Le pic de la demande en véhicules électriques est encore loin...

La demande en borne de recharge demeure très faible, et particulièrement dans les copropriétés en zones urbaines denses. Dans ces copropriétés il n'y a pas beaucoup de projets ambitieux. Il semble que plusieurs facteurs interagissent en défaveur des véhicules électriques :

- les coûts d'installations des bornes. Même lorsqu'il s'agit d'investissements collectifs (de la copropriété) le coût répercuté sur les copropriétaires n'est pas anodin et limite la demande
- le coût des véhicules électriques reste très important, même si ces derniers temps les constructeurs tentent d'abaisser drastiquement le coût (nombreuses sont les annonces en ce sens)
- en zone urbaine dense, la concurrence des autres modes électrifiés, notamment les vélos et les trottinettes électriques. Quelques acteurs enquêtés mentionnent cette concurrence et la considèrent comme importante. D'autres notent que l'automobile en général et donc le véhicule électrique en particulier ne sont pas nécessairement pratiques et utiles en zones denses où les utilisateurs potentiels disposent d'autres moyens de transports (TC, modes dit actifs ou électrifiés). De fait la clientèle des centres denses visent plus volontiers les véhicules à grande autonomie, l'automobile ayant, dans ce dernier cas, vocation à assurer les grands voyages, les déplacements de week-end, le tourisme, etc. Moins que les problèmes de disponibilité des bornes de recharges, c'est l'autonomie qui pourrait être le frein au développement des véhicules électriques. Les effets négatifs de l'autonomie sont renforcés par le prix des véhicules électriques à longue portée.

Le nombre de systèmes de recharge apparaît paradoxalement dissuasif. L'offre en recharge apparaît très faiblement structurée et peu stabilisée – facturation, comptage, forfaits, abonnement, refacturation, etc., prise en charge ou pas des coûts d'installation des lignes spécifiques véhicules électriques. Les acteurs en responsabilité (régies, syndicats, bailleurs) vis-à-vis des conseils syndicaux ou des locataires ont du mal à voir clair pour défendre les intérêts de leurs clients. Cette offre semble difficile à appréhender (notamment jusqu'à ces dernières années). Quelques installateurs dont l'expérience de la facturation et du comptage apparaît rassurante, semblent se détacher du lot. Les alliances entre syndicats ou bailleurs et installateurs de bornes de recharge paraissent se stabiliser avec l'établissement de relations de confiance. Toutefois, la fragilité des modèles économiques des installateurs de bornes ("*nous ne sommes pas encore rentables*") limite la formation d'un marché stable. En effet, cette fragilité n'aide pas à penser les moyens et le long terme pour les acteurs dépendants des installateurs. Enfin, la concurrence du thermique reste forte, sa praticité semble pour le moment difficile à dépasser pour bon nombre de professionnels enquêtés (garagistes notamment). La mutation du marché, attendue, se fait attendre, comme le pic de densification des bornes de recharge).

UNE DEMANDE EN BORNES DE RECHARGE QUI RESTE FAIBLE

Hypothèse 5 : la demande en borne de recharge est faible, les installations difficiles à "rentabiliser", notamment dans les parkings des copropriétés et les immeubles collectifs.

La demande en aménagement des parkings apparaît faible. Le marché des véhicules électriques est loin d'être stable et des reculs sont, semble-t-il, perceptibles et la croissance est lente. L'offre est faiblement diversifiée et sur une petite gamme. L'ouverture sur des gammes moyennes et entrées de gamme est en cours. Dans tous les cas, la demande est faible. Elle est encore plus faible dans les immeubles de logements collectifs. Pour ce dernier cas, les revenus sont faibles et plutôt dans une phase de recul. En attendant une demande soutenue, les acteurs tentent plutôt de répondre au cas par cas en limitant les investissements et en s'appuyant sur les installations électriques existantes.

L'accès aux véhicules électriques reste limité aux populations aisées. Toutefois, cette population qui peut être concentrée en zone urbaine dense et centrale est sans doute celle qui en

a le moins besoin, sachant d'une part qu'il existe une offre en mobilité alternative (TC, vélo électrique, mode doux et actif) et que d'autre part les collectivités et l'Etat tendent à limiter l'accès des centres et voire, des villes aux automobiles.

La faible demande montre la faiblesse du modèle économique attachée au véhicule électrique. Aucune solution standard ne semble s'imposer. Les solutions ad hoc, "*sur mesure*" semblent aujourd'hui privilégiées pour répondre à des demandes qui restent isolées.

DOUTES SUR L'INNOUITE ENVIRONNEMENTALE

Hypothèse 6 : des doutes subsistent sur l'innocuité environnementale du véhicule électrique. La production d'électricité n'est pas sans effets environnementaux (gaz à effets de serre, voire, problèmes de la radioactivité et des déchets nucléaires), le seul gain concernerait les urbains qui externalisent la pollution.

L'hypothèse 6 apparaît relativement robuste. L'innocuité environnementale du véhicule électrique est mise en doute. La batterie est fortement critiquée pour sa forte consommation de ressources non renouvelables et rares, pour son retraitement non maîtrisé en fin de cycle. L'électricité est le deuxième point d'accroche des critiques : l'origine de l'électricité n'est pas toujours issue de ressources renouvelables. L'essentiel est d'origine carbone. La consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre nécessaires à la fabrication du véhicules électriques sont tout aussi importants que pour les véhicules thermiques qu'il rend obsolètes. Les terres rares nécessaires aux moteurs électriques sont aussi problématiques. Enfin, les règlements RE qui sont autant de points d'appui à la mise en doute de l'innocuité du véhicule électrique. Plus généralement, le véhicule électrique est considéré comme une simple stratégie urbaine d'externalisation des problèmes environnementaux.

La batterie à charge contre le développement durable

La batterie focalise les critiques sur la qualité environnementale du véhicule électrique. Sa production est généralement considérée comme énergivore, productrice

d'émissions polluantes et de gaz à effet de serre (CO₂, notamment) et surtout, consommatrice de terres rares non renouvelables. Les batteries font partie des productions délocalisées impliquant des coûts environnementaux de transports non négligeables. Si les véhicules électriques venaient à se généraliser et à être produits en aussi grand nombre que les automobiles thermiques¹, les ressources terrestres n'y suffiraient sans doute pas. La batterie ne pourrait s'inscrire dans un développement durable.

Le cycle de vie des batteries semble complexe, notamment leurs retraitements une fois obsolètes. Personne aujourd'hui ne saurait vraiment traiter les batteries en fin de cycle. Le devenir des batteries usagées est loin d'être transparent. Il donne lieu à une seconde délocalisation vers les pays du Sud et personne ne semble certain des garanties écologiques de leur démantèlement et du devenir de leurs composants et déchets. La traçabilité de la batterie et du devenir de ces composants n'est pas acquise. Les doutes sont forts à cet endroit.

La surcharge pondérale de la batterie

Le poids de la batterie est un handicap sérieux, ce poids est constant quel que soit le niveau de charge et peut avoir de fortes répercussions sur la charge utile d'emport du véhicule. Le poids de la batterie semble être plus handicapant pour les hybrides. En augmentant le poids du véhicule tout en offrant une autonomie restreinte, **elle conduit à une surconsommation lorsque la batterie est déchargée et à accroître l'usure des consommables comme les pneus et freins.**

Le poids peut diminuer considérablement le rendement environnemental des véhicules. **Avec les bornes de recharges, les batteries apparaissent comme faiblement conviviales.** Faible convivialité que tend à renforcer les risques à l'usage, notamment les risques incendies, dont la maîtrise est loin d'être assurée et les conséquences extrêmement dangereuses sur le plan des pollutions (notamment de l'air et de l'eau). Le risque à terme de voir les batteries déclassées, comme aujourd'hui les carburants carbonés, pour les désastres environnementaux qu'elles produisent, peut conduire les acquéreurs potentiels de véhicules électriques à une grande prudence et à un fort attentisme. Ce que semble-t-il, les producteurs et promoteurs d'hydrogènes et de piles à combustible anticipent déjà.

Des doutes sur la qualité environnementale de la production électrique

La recharge des véhicules électriques n'est pas sans innocuité sur la production d'énergie. **L'usage des véhicules est souvent synchrone,** tout le monde a les mêmes besoins en même temps, généralement liés aux agendas sociaux qui règlent les modes de vie individuels, impliquant des puissances et des pics de puissance encore peu ou pas maîtrisés ainsi que des stratégies de foisonnement et de délestage techniquement complexes et coûteuses. De même ces pics jouent sur le calibrage de la production (nombre d'unités de production et temps de production par unité), risquant d'obliger à renforcer le nombre d'unités de production (centrales, sources renouvelables) pour assurer les pics, lesquelles unités de production deviennent surnuméraires entre les pics de consommation.

Si à l'échelle de la France, la production électrique peut être considérée comme propre avec le nucléaire – quoique produite à partir de ressources non-renouvelables et dont l'innocuité environnementale fait toujours débat – ce n'est pas le cas à l'échelle européenne et mondiale. La production électrique est majoritairement carbonée et forte consommatrice de ressources non-renouvelables (hydrocarbures, charbon). Dans tous les cas, l'électricité reste très polluante et productrice de gaz à effet de serre.

La production d'électricité à partir de ressources renouvelable (hydraulique, éolienne et solaire) est encore trop faible et semble ne pas pouvoir couvrir les besoins énergétiques – sauf à des coûts prohibitifs et selon des conditions difficilement défendables sur le plan environnemental. L'usage généralisé des véhicules électriques peut conduire à court terme à une augmentation constante de la consommation électrique et, par conséquent, à une augmentation des consommations des ressources non renouvelables.

Les moteurs électriques, oui mais... à condition que...

La conception des moteurs électriques peut être également problématique en consommant des ressources non renouvelables : le cuivre et les terres rares. De nouveaux moteurs sont en cours de développement pour être adaptés aux véhicules électriques. Ainsi **le développement des moteurs à reluctance variable qui permettent de limiter ces consommations de terres rares** ; s'ils ont un rendement moindre, ils garantissent une meilleure efficacité environnementale.

1 - Soit environ 1,4 milliards de véhicules... (sources : <https://www.transitionsenergies.com/combien-voitures-monde/> dont la source est la société spécialisée en information sur le marché automobile WardsAuto – consultée le 29/09/2020)

Des règlements défavorables

Les nouvelles réglementations de la construction notamment les "Réglementations Environnementales" qui remplacent les "Réglementations Thermiques" semblent participer globalement à la limitation des véhicules automobiles dans les zones urbaines denses. Ces réglementations **tendent à décourager les parkings en sous-sols et la mobilité automobile**. Ce qui peut réduire considérablement l'attrait du véhicule électrique dans ces zones, au profit des mobilités actives et des modes doux électrifiés (cycles, trottinettes notamment).

L'éthique environnementale des constructeurs automobiles à l'épreuve des règlements

Les constructeurs ne se sont pas convertis à l'écologie. Pragmatiques, ils se conforment aux règles et aux pressions fiscales. Les taxes CO₂ semblent en grande partie la responsable de l'orientation vers les véhicules électriques. Pour compenser les émissions de CO₂ et les ramener à la limite supérieure réglementaire, il faut produire un pourcentage de véhicules à très faible émission de CO₂. La batterie de ce point de vue s'est imposée rapidement comme la solution la plus simple et plus facile à mettre en œuvre sur le très court terme. Ce choix s'est d'autant plus vite imposé que presque tous les consommateurs potentiels disposent de prises électriques chez eux ou presque et qu'il était donc facile de produire ces véhicules sans se préoccuper de l'infrastructure permettant de les alimenter. Les véhicules électriques règlent moins un problème environnemental qu'un calcul économique de gestion du CO₂ et, de ce point de vue n'anticipent aucunement les contraintes environnementales qu'elles peuvent poser à très brève échéance.

Ainsi le véhicule électrique peut être observé comme un produit "green washing" qui s'impose d'autant mieux qu'il sert aussi à la distinction sociale. Autrement dit, un produit qui ne tient pas ses promesses.

LES COÛTS RESTENT REDHIBITOIRES ET LIMITENT L'ACCES AU VER

Hypothèse 7 : les coûts (financiers) restent rédhibitoires et limitent l'accès au véhicule électrique. Les particuliers comme les organisations hésiteraient à investir dans un système dont le modèle économique est loin d'avoir fait ses preuves.

L'hypothèse reste plausible. Les coûts des véhicules limitent l'accès aux véhicules électriques, les coûts d'infrastructure limitent la formation d'un environnement adéquat au fonctionnement des véhicules électriques. Le modèle économique n'est pas stabilisé.

Les coûts

Les coûts cachés liés à la réglementation sont très importants et limitent tout espoir de rentabilité. **Les coûts finaux d'exploitation des véhicules électriques ne sont absolument pas clairs.** Les coûts d'investissement sont difficiles à recouvrir dans les conditions actuelles d'autonomie de ce type de véhicule. Il faudrait rouler beaucoup alors que partout la pression est justement à rouler moins – ce que garantit la faible autonomie des véhicules électriques, en tout cas ceux aujourd'hui abordables.

Les revenus des populations sont limités et tendent à baisser, rendant encore plus inaccessible la mobilité électrique. De plus, les coûts de fonctionnement sont loin d'être stabilisés. Les coûts de recharge sont en hausse notamment avec les offres de recharge rapide. Le coût de l'électricité peut augmenter d'autant plus rapidement que la pression se fera forte sur la fourniture. Les acteurs ne sont pas sans expérience, et celle du diesel, montre que rien n'est stable et que les conjonctures se retournent vite. Aujourd'hui, pas plus qu'hier, rien n'indique que le prix de l'électricité suivra les revenus de la population et notamment leurs baisses pour une partie non négligeable.

Une offre en véhicules électriques très limitée et des pratiques de "green washing"

L'offre en véhicules électriques apparaît insuffisante, peu diversifiée et ne disposant pas d'une moyenne gamme accessible. Le véhicule électrique reste un véhicule cher et difficile à rentabiliser. Il est cantonné au rôle de seconde voiture pour assurer la mobilité urbaine et périurbaine. Le fait que cette offre reste fixée vers le haut de gamme et les voitures de luxe favorise le développement de pratiques de "green washing" liées aux effets d'aubaine économiques pour les entreprises : cultiver une image de respect de l'environnement tout en bénéficiant des aides et de défiscalisation, sans permettre de questionner ni le modèle proposé, ni l'améliorer. Les entreprises s'inscrivent dans un processus de consommation et non de développement. Lequel ne peut être assuré par les particuliers pour qui les véhicules électriques sont encore largement inaccessibles. Enfin le prix de l'autonomie est inaccessible sauf aux clients "subventionnés" ou aidés par les décharges fiscales, les pratiques de LOA et la prise en charge des loyers par les entreprises. Le modèle technique notamment dans ses promesses environnementales n'est pas plus assuré que le modèle économique. **Cette instabilité ne semble pas se résoudre vraiment et conduit à un mouvement d'attente de la part des particuliers et d'opportunisme pour les entreprises.**

Les LOA facilitent l'accès aux véhicules électriques et leur obsolescence programmée

Concernant le VER lui-même, sans son environnement fonctionnel, **les LOA semblent contribuer à faciliter son accès.** Mais cette facilité se fait moins dans une optique environnementale que dans celles des optimisations économiques et fiscales. Le **LOA favorise la rotation rapide des véhicules** (tous les 3 ans) **garantissant leur obsolescence rapide et la constitution d'un second marché du véhicule électrique.** Les clients en LOA peuvent ainsi toujours disposer des véhicules techniquement les plus avancés. Mais il n'est pas certain que ce régime d'obsolescence soit en phase avec les politiques environnementales (en tout cas avec leur esprit, notamment la lutte contre le gaspillage).

LA DISPONIBILITE DES BORNES ET LE DEVELOPPEMENT DES VEHICULES ELECTRIQUES

Hypothèse 8 : la disponibilité de bornes accessibles sur l'espace public et les lieux de travail pourrait faciliter le développement des véhicules électriques en favorisant l'accès aux bornes tout en permettant, le temps d'un stationnement, de pouvoir s'affairer (courses, travail, etc.).

L'hypothèse n'est pas très robuste. La convivialité des véhicules électriques est très dépendante des solutions apportées à la recharge. La question de leur position dans l'espace public, dans les espaces domestiques, sur les lieux de travail dans les commerces et les grandes surfaces, dans les garages des vendeurs de véhicules électriques n'est pas stabilisée, les solutions sont concurrentes et les normes loin d'être acquises.

La densification ? tout dépend

Un plan de massification des bornes de recharge semble attendu. Il apparaît nécessaire au développement des véhicules électriques. Il est attendu de la puissance publique que des actions aillent dans ce sens. Mais, **en zones denses, la massification des bornes va à l'encontre de la volonté des pouvoirs publics de limiter l'accès des automobiles à la ville. Des contradictions apparaissent entre d'une part, la promotion du véhicule électrique, et, d'autre part, les politiques de limitation de l'accès des véhicules individuels dans la ville. La massification des prises à domicile et sur les lieux de travail apparaissent comme la meilleure formule de densification.** Ce sont les deux types d'espaces propices à une gestion rationnelle des recharges. En revanche, la massification des bornes sur les espaces publics pose de nombreux problèmes, notamment celle du temps d'occupation des places et les procédures à mettre en place pour assurer la rotation des véhicules. De plus, tous les secteurs de la ville ne sont pas attractifs de la même manière et la pression sur les bornes très différentes. De même la temporalité (notamment jour/nuit et jours ouvrables, week-end et jours fériés), pourrait limiter l'intérêt de la densification sur les espaces publics et poser la question de leur utilité dans certaines zones et de leur insuffisance dans d'autres. La demande la plus forte (hyper centre, centres) est là où l'espace est le plus rare et le nombre de demandes en stationnement en borne le plus fort.

Dans cette dernière zone les risques sont grands de ne pouvoir jamais satisfaire la demande lorsqu'elle est la plus forte. L'expérience des centres commerciaux mettant à disposition des bornes, met en évidence ces difficultés. Les bornes sont prises d'assaut, tout le monde en a besoin au même moment (temps des courses) et les bornes sont sous-utilisées le reste du temps.

Il semble que la promotion de la densification soit une position a priori liée à la situation des acteurs dans la chaîne de fonctionnement des véhicules électriques. Elle apparaît souvent comme un leitmotiv, un fait incontournable, mais que les acteurs ont des difficultés à documenter dans leur expérience. Les véhicules électriques, comme la plupart des véhicules circulant en ville, sont utilisés pour des trajets courts (inférieur à 50 km). Dans ce cas l'autonomie des véhicules électriques, même des plus restrictifs, n'implique pas une recharge obligatoire lors de leur stationnement en ville. **Seuls les véhicules des résidents seraient éventuellement concernés par les bornes sur les espaces publics, mais dans ce cas, la question de la rotation des automobiles se poserait** et impliquerait une politique de tarification et de gestion des temps de stationnement adéquats, sans qu'il soit nécessaire de mettre une borne toutes les trois ou quatre places de stationnement.

Les limites à la densification

La densification pose également le problème de la capacité à fournir l'électricité. Le problème serait d'autant plus important que pour faciliter la rotation des véhicules sur l'espace public et les parkings, le choix se porterait sur des recharges rapides à super rapides. Dans ce cas la gestion de la fourniture d'électricité et la gestion des pics de consommation pourraient être problématiques.

La limitation des parkings en sous-sol peut constituer une autre limite. En effet, pour les nouvelles constructions et notamment les immeubles d'habitation, les réglementations tendent à limiter ce type de parking qui pose des problèmes environnementaux importants : les parkings en sous-sol limitent la circulation de la nappe phréatique en formant pour chaque immeuble une "boîte" étanche. La tendance est de réduire ces parkings au profit de parkings de surface très réduits, voire en externalisant les parkings sur les espaces publics. Si cette tendance, cohérente avec la limitation de la présence des véhicules individuels en ville, venait à se confirmer, **la densification solliciterait encore plus fortement l'espace public.**

Enfin, les nouvelles réglementations RE qui remplacent les réglementations RT, ne sont guère favorables au déploiement des véhicules motorisés (y compris véhicules

électriques) dans les villes. En effet, il semblerait que la mobilité induite par la construction de l'immeuble soit, désormais, constituée en facteur pénalisant pour toutes les nouvelles constructions.

L'alternative

Sur le plan de l'innovation, le problème de la recharge et de la densification a ouvert la voie à une solution robotisée, qui permettrait non plus de densifier les bornes mais de faire en sorte qu'elles viennent vers les véhicules électriques et notamment vers ceux qui en ont le plus besoin. **L'idée étant que la recharge puisse être calculée en fonction du besoin du propriétaire du véhicule et non pas en fonction du "plein".**

LES ALTERNATIVES POURRAIENT FAVORISER L'ATTENTISME

Hypothèse 9 : la perspective de systèmes alternatifs à la voiture électrique (hybrides, piles à combustible, voire thermiques plus vertueux) favorise des attitudes "attentistes" parmi les réseaux d'acteurs à impliquer dans l'existence des véhicules électriques.

L'hypothèse selon laquelle les alternatives favorisent l'attentisme n'est sans doute pas très robuste, dans la mesure où justement les problèmes que posent les bornes de recharge conduisent à la recherche d'alternatives.

La batterie VS l'hydrogène ...

Les problèmes de recharge et d'autonomie des véhicules électriques fragilisent le développement des véhicules électriques à quoi s'ajoutent les doutes sur son innocuité environnementale, notamment le cycle de vie des batteries, la disponibilité d'électricité décarbonée et l'usage des ressources non-renouvelables. A ces problèmes s'ajoutent les limites de la production d'électricité si le véhicule électrique venait à se développer au niveau de la mobilité thermique. Les vertus environnementales du véhicule électrique peuvent être facilement mises en doute, laissant alors la porte ouverte à d'autres solutions tout aussi efficaces sur ce plan.

Ainsi l'hydrogène peut constituer une alternative. Sa production peut-être décarbonée dans les mêmes proportions que l'électricité. Il peut être issu des hydrocarbures, mais il peut relever d'une économie circulaire impliquant les industries des hydrocarbures tout en participant à organiser une filière de fixation du carbone, notamment à travers des carbonates¹. Les déchets issus de la filière hydrogène s'avèrent plus propices au recyclage : gaz carbonique et eau. C'est donc dans cette brèche que les protagonistes de l'hydrogène s'engouffrent, sans faire la preuve d'une solution plus pérenne sur le plan environnemental : le prix de l'hydrogène décarboné étant de 7 à 10 fois plus coûteux que celui issu des filières pétrochimiques (entre 2 et 3 euros le kilos)². Toutefois il peut être produit en relativement grande quantité via les filières solaires à partir des régions les plus désertiques³ notamment ou via l'éolien maritime. Cette production électrique à partir d'énergies renouvelables peut être plus facilement valorisées par l'hydrogène en les rendant plus efficaces à travers les filières de production par électrolyse.

... ou la piste d'une nouvelle hybridation

Si **les deux filières** tendent à s'opposer comme alternative au thermique pour les mobilités individuelles, elles **apparaissent aujourd'hui de plus en plus complémentaires** et cela à deux niveaux :

- les véhicules électriques par leurs performances intrinsèques semblent la solution la plus efficace pour les mobilités intra-urbaine
- les véhicules à hydrogène pour leur part semblent plus efficaces pour les mobilités extra-urbaines et sur long trajet.

Sur ce plan l'hybridation pourrait prendre une autre direction à savoir l'hybridation batterie et pile à combustible, fournissant de l'énergie au même moteur, permettant la construction de véhicule au bilan environnemental plus positif que l'hybridation batterie-thermique, impliquant deux motorisations distinctes et les surcharges pondérales afférentes.

Enfin, **la filière hydrogène pourrait également contribuer aux transports lourds** (camion, train, Transports en Commun) permettant d'alléger la pression sur la consommation d'électricité de ce secteur. Dans ce dernier cadre, ce sont des solutions hybrides, batteries-piles à combustibles qui pourraient se développer en complémentarité.

Si l'on en croit les récents développements et les tendances au double investissement dans les filières batteries et

hydrogène, il semblerait que **les pouvoirs publics et les acteurs de la mobilité optent aujourd'hui pour une stratégie de complémentarité et d'hybridation.**

Les alternatives à la borne de recharge

La faiblesse à la fois pratique et économique du véhicule électrique provient semble-t-il largement des difficultés des recharges, à la fois leur disponibilité et les temps de recharges qui, même s'ils tendent à diminuer reste un handicap. **Ces difficultés conduisent aujourd'hui à des alternatives non pas au véhicule électrique mais à la recharge.**

Deux alternatives semblent se dessiner :

- la première la plus ancienne consiste à imaginer non plus des bornes de recharge mais des **stations d'échange de batteries interchangeables.** Le véhicule électrique passant à la station et échangeant en quelques minutes sa batterie vide contre une batterie pleine. Ce système a été testé avec succès (sur le plan technique) en Israël. Ce modèle a échoué sur le plan économique sans doute en raison de la faible autonomie des véhicules testés au moment de son développement (véhicules Renault et entreprise Better Place) dans les années 2009-2013. Tesla a également, à la même période, tenté la même expérience et a semble-t-il abandonné cette solution. Ce système est aujourd'hui repris par la firme chinoise NIO.

- La seconde plus récente et encore expérimentale consiste à renouveler la conception de la recharge à partir des problèmes insolubles de la borne. Au lieu d'une borne fixe vers laquelle se dirige le véhicule électrique pour sa recharge, **c'est la borne qui se déplace vers le véhicule électrique à recharger.** Cette solution a l'avantage de limiter les bornes et renouveler le principe de la recharge. La recharge n'est plus conçue comme un équivalent du "plein" de la voiture thermique, mais comme une optimisation des besoins en électricité en fonction de l'usage le plus immédiat, la charge étant mesurée à l'aune de cet usage.

1 - Ainsi que dans la production d'acide formique qui peut constituer un carburant des piles à combustible permettant un bilan carbone théorique quasi nul : autant de gaz carbonique utilisé dans la production d'acide formique, que de gaz carbonique restitué lors de la production d'hydrogène pour la pile à combustible, selon les expérimentations en laboratoire - par exemple, IRCÉLYON (CNRS, Lyon 1), LCPB (CNR, Collège de France), LaSIR (CNRS, Université de Lille), Université d'Aix-la-Chapelle) : <https://inc.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/un-catalyseur-pour-transformer-le-co2-en-carburant-pour-piles-combustible> - consulté le 9 septembre 2020.

2 - Estimation donnée dans l'entretien (E01) Ingénieur.

3 - Orientation qui serait prise par un pays comme le Japon, faisant produire son hydrogène en Australie (indication entretien E01 Ingénieur).

D'autres alternatives viennent palier techniquement la borne de recharge. **L'induction comme les caténaires** sont des pistes explorées permettant des recharges courtes et rapides lors d'arrêts ou en cours de cheminement. Ces systèmes techniques semblent toutefois encore hors de portée.

D'autres alternatives consistent à anticiper les pics de puissance que produisent les chargeurs rapides ou super-chargeurs. Parmi ces alternatives, les "**batteries cinétiques**" utilisant des roues à inertie qui permettent des charges ultra rapides sans provoquer de pics locaux de puissance. Ces bornes consistent en roues entraînées et maintenues à très haute vitesse par de l'énergie électrique. Une fois une voiture en charge, la borne libère l'énergie cinétique emmagasinée en laissant tourner la roue librement qui "**se décharge**" pour ainsi dire. Une fois la charge réalisée, le courant électrique relance la roue à grande vitesse et la maintient à ces hautes vitesses jusqu'à la charge suivante. Ce système permet l'écritage des pics de puissance.

Le thermique n'a pas dit son dernier mot

Le thermique n'a peut-être pas dit son dernier mot. Ses performances sur les longs trajets sont difficiles à dépasser (sauf peut-être par les systèmes à hydrogène). Ces performances orientent globalement la production de véhicules hybrides thermique/batterie rechargeable. Toutefois ces véhicules sont plus lourds et augmentent les consommations. Sur le plan des bilans carbone, il semble que le renouvellement du parc thermique soit assez catastrophique, puisque la production de carbone tout comme les consommations d'énergie non renouvelable sont plutôt le fait de la production et du démantèlement des automobiles, beaucoup plus que de l'usage lui-même.

Une politique de la réparation et de l'entretien (Willemin, 2017) pourrait s'avérer plus vertueuse sur le plan environnemental que le changement des véhicules.

L'idée consistant à poser que l'usage de ces véhicules étant largement moins polluant que leur production, il permettrait de "rentabiliser" la pollution initiale de sa production.

Il s'agirait de garder en l'état le plus longtemps ces véhicules quitte à les moderniser, plutôt que d'en produire d'autres.

La fin des automobiles ?

Les politiques publiques de ces dernières années et notamment les politiques des collectivités territoriales, notamment des grandes métropoles, **ne sont pas favorables aux automobiles en général**. Ces politiques tentent d'abaisser drastiquement le nombre de véhicules en usage urbain. **Cette tendance n'est pas favorable au développement des véhicules électriques et pourrait à terme mettre en cause le déploiement et la densification des bornes de recharges**. Les véhicules électriques comme toutes les autres automobiles pourraient être remplacés dans les déplacements intra-urbains, par les modes actifs, doux, notamment ceux électrifiés comme les vélos et les trottinettes.



Le monde sans voiture - Lyon confiné vendredi 3 et dimanche 5 avril 2020
(photo Stéphane Autran)

CONCLUSION

L'environnement fonctionnel du véhicule électrique n'est pas stabilisé. Le problème de la recharge n'en est qu'un symptôme. La batterie apparaît une solution à court terme et dont l'avenir n'est pas assuré, tant que des solutions durables et écologiquement vertueuses, ne seront pas trouvées. Les solutions existantes ont en commun d'être extrêmement polluantes et antinomiques avec un développement durable. L'autonomie qui pose problème relativement aux coûts du véhicule électrique, semble se résoudre, mais au prix de batteries toujours moins vertueuses sur les plans de la durabilité et de l'écologie.

Par son environnement fonctionnel non stabilisé le véhicule électrique apparaît toujours comme un véhicule techniquement abstrait, toujours en voie de concrétisation (Simondon, 1989) – ou dit autrement, c'est toujours un véhicule expérimental et il n'est toujours pas "naturalisé", "transparent" dans sa pratique. L'utilisateur doit encore prendre en charge son fonctionnement, dans les phases d'usage. De cette manière, **le véhicule électrique reste peu convivial**. L'absence de convivialité du véhicule électrique s'aggrave du fait que son usage ne résout aucun des problèmes environnementaux auxquels il est censé apporter des solutions. De fait, il externalise (hors des villes) la pollution immédiate propre à son usage. L'utilisateur se trouve rapidement en situation paradoxale, l'effort financier consenti pour son achat se justifie par les vertus environnementales ainsi acquises, lesquelles ne sont pas avérées et peuvent soumettre l'utilisateur à des formes plus ou moins explicites de réprobation sociale. Les groupes de militants anti-lithium (comme les anti-nucléaires) semblent se constituer (contre les trottinettes par exemple), tout comme les contestations autour des méga-usines de batterie Tesla en Europe. Le véhicule électrique est contesté même dans sa raison d'être.

Enfin, **le véhicule électrique est pensé selon la tradition de production de véhicule thermique** (par les fabricants et pour partie par la puissance publique). Il est d'emblée posé comme **objet de consommation** apte à prendre une part active dans la consommation de la mobilité automobile (notamment individuelle). Ce faisant, il perd là encore en vertus environnementales et durables. Il n'est pas un objet d'usage mais un objet de consommation, en ce sens il ne peut pas participer d'un développement durable, mais d'un développement fondé sur le consumérisme, dont presque plus personne ne conteste désormais les effets délétères sur l'environnement.

Les enjeux qui lient les taxes CO₂ et la production actuelle des véhicules électriques risquent là aussi d'affaiblir l'image vertueuse de la mobilité électrique. Les véhicules électriques représentent un segment de marché propice à diminuer non pas réellement, mais sur le marché, les quantités de CO₂

produites (de plus il s'agit de CO₂ produit en usage et non dans le temps de leur production).

Le poids est également une question complexe, l'autonomie du véhicule électrique se paie de surcharges pondérales et implique des batteries toujours plus lourdes et donc fatalement une diminution des charges utiles transportables. La question du poids est particulièrement problématique pour les hybrides rechargeables. Même vide les batteries gardent leur poids, le moteur thermique dans un hybride rechargeable doit transporter la batterie ce qui augmente d'autant la consommation d'énergie fossiles et les pollutions d'usage (CO₂, particules et autres polluants).

D'autres problèmes restent en suspens comme les risques et les dangers immédiats relatifs à l'usage des batteries (incendie, explosion)¹ ; ou encore la question du retraitement des batteries et leur réel devenir après trois, quatre, cinq ans de service.

Pour ces différentes raisons, il est permis d'affirmer que **le véhicule électrique, en sa version actuelle - y compris les plus sophistiquées - n'atteint pas une convivialité suffisante pour engager les processus de civilité qui participeraient sur le marché de la mobilité à générer une demande et une demande forte. La borne de recharge qui aujourd'hui focalise les regards est sans doute le symptôme le plus criant de ce qui pourrait être un défaut de praticité du véhicule électrique.**

Les **performances du moteur électrique** laissent entrevoir de **grandes possibilités techniques** en termes environnementaux et écologiques. Un tel rendement (entre 90 et 95 %) laisse espérer une forte praticité liée à une diminution substantielle de la consommation d'énergie tout en autorisant des activités semblables (en l'occurrence la mobilité) à des coûts environnementaux et écologiques soutenables. **Une seule condition** semble exigée, **la substitution de la batterie par une autre technologie**, sinon plus vertueuse, au moins plus durable et plus performante sur le plan environnemental. L'hydrogène dessine une solution en autorisant sans doute plus facilement une économie circulaire (donc moins de gaspillage, notamment dans l'utilisation de l'hydrogène carboné, mais aussi dans les potentiels réemplois du CO₂ sous diverses formes²) et une valorisation plus efficace de la production électrique décarbonée et issue de ressources renouvelables (hydraulique, éolien, solaire) à partir de l'électrolyse. Par conséquent aussi, une économie en générale et énergétique en particulier, reposant moins sur des modèles consuméristes et plus sur des modèles d'usage.

¹ - Qui ont beaucoup de succès semble-t-il sur les chaînes du type YouTube où passent en boucle les mésaventures des voitures électriques dont les batteries brûlent ou explosent.
² - Carbonate (ou pierre artificielle) pour la construction, mais aussi l'acide formique ouvrant des potentialités d'usage circulaire, d'hydrogène et de CO₂, pour les procédés qui ont pu être cités dans l'enquête.

Sortie



3. Conclusion & préconisations

Conclusions et recommandations

Ces travaux pourraient permettre d'**interroger la stratégie d'électrification de la mobilité**. L'expérience du véhicule électrique et des bornes de recharge par les utilisateurs et les opérateurs montre que l'environnement fonctionnel de la motorisation électrique n'est pas résolu. Le véhicule tente de pallier à son environnement aujourd'hui dysfonctionnel, sans véritable approche holistique et systémique.

Le véhicule électrique démontre tout l'intérêt de la motorisation électrique : rendement quasi indépassable, couple et puissance disponible immédiatement, silence de fonctionnement, fiabilité, usure faible et grande longévité du fonctionnement, faible encombrement, peu de pièces en mouvement, peu de fluides, faible consommation de ressources non renouvelables (fer, cuivre, terres rares). Le véhicule électrique laisse entrevoir d'énormes potentiels en termes de mobilité durable et d'une diminution de la consommation d'énergie (fossile, non renouvelable), permettant d'espérer à la concrétisation d'un développement soutenable, fondé sur une économie de l'usage,

alternative à une économie de la consommation aujourd'hui largement critiquée.

Mais la motorisation électrique a un envers : son alimentation (la batterie et le "fil à la roue"). Elle devrait constituer un champ de recherche scientifique et technique prioritaire. Les difficultés autour de la recharge manifestent les limites d'une alimentation tout batterie, aujourd'hui peu efficace sur le plan environnemental et entretenant une économie consumériste. La batterie comme la recharge s'appuie sur les modèles de la mobilité thermique qu'elle cherche à réinvestir à partir de la production électrique en remplacement des carburants (fuel, essence, diesel). En cela, elle est même antinomique à la motorisation qu'elle alimente. Ainsi, le changement de stratégie dans la conception des batteries (par exemple, non consommatrices de ressources non renouvelables) tout comme la recherche d'alternatives pour fournir de l'électricité aux moteurs (induction, cinétique...) constituent des axes prospectifs de transformation de la mobilité.

<u>3.1</u>	Organisation et gouvernance	p.84
<u>3.2</u>	Technologies et innovations	p.87
<u>3.3</u>	Modèles économiques	p.89
<u>3.4</u>	Information et communication	p.91

3.1

Organisation et gouvernance

L'usage, l'expérience utilisateur, les pratiques doivent être placés au centre des réflexions pour permettre de conduire les transformations organisationnelles et sociales et d'intégrer la motorisation électrique dans les politiques urbaines de mobilité dans une vision complémentaire et holistique.

LES PRATIQUES ET LES USAGES DOIVENT ETRE AU CENTRE DES REFLEXIONS DES STRATEGIES D'ELECTRIFICATION DE LA MOBILITE

Les stratégies territoriales et plans d'actions de mobilité doivent intégrer un volet « conduite du changement » sur deux plans :

- le **changement organisationnel** au sein des entreprises (privées ou publiques), des collectivités et des administrations, pour s'adapter aux changements techniques liés à la motorisation électrique (le véhicule et son environnement fonctionnel) qu'elles sont censées porter et valoriser
- les **changements sociaux et économiques** (comportements sur le marché de la mobilité notamment) des différents publics contraints à la mobilité : changements liés à l'usage de nouvelles motorisations et des transformations de l'environnement fonctionnel de la mobilité.

Les transformations organisationnelles et économiques sont symétriques des changements sociaux (comportements, pratiques, usages). Ces changements doivent être évalués par des **Observatoires de la mobilité électrique**, de manière à produire les ajustements nécessaires des politiques publiques d'électrification de la mobilité. Pour ce faire, **ce type d'observatoire doit permettre d'objectiver** :

- les services rendus par la mobilité électrique et les capacités octroyés aux publics utilisateurs en termes d'activités, et donc par conséquent en termes de changement de comportement, d'usage, de modification des rapports à l'environnement et de constitution de nouvelles pratiques durables
- les transformations organisationnelles nécessaires à

assurer un nouvel environnement fonctionnel pratique et agréable à la mobilité électrifiée. Sans ces transformations, la motorisation électrique tendra vers un fonctionnement dégradé, en deçà de ses potentialités et de ses promesses. Les observatoires quantitatifs tels que proposés par BVA pour Enedis et l'AVERE France pourraient ainsi être déclinés à l'échelle régionale afin d'apprécier les résultats de l'action locale, publique et privée. La mesure régulière de ces résultats pourraient être partagée et piloté en associant toutes les filières.

LES POLITIQUES PUBLIQUES

Doivent intégrer la motorisation électrique dans leurs politiques urbaines de mobilité :

- être qualifiée du point de vue d'un **développement durable et responsable**, d'une économie de l'usage, propice à limiter la pression des activités de mobilité sur l'environnement ;
- contribuer à maintenir le **rendement et l'efficacité** de la motorisation électrique, y compris dans les modalités de son alimentation ;
- les critères de qualification doivent prendre en compte le véhicule avec son environnement fonctionnel, sa production et son cycle de vie. Cette qualification ne doit pas consister en une simple externalisation des nuisances et des pollutions à l'extérieur des centres urbains et des territoires à haute valeur foncière.

Doivent s'ouvrir aux divers systèmes en compétition pour l'alimentation électrique et orienter les solutions offrant le plus grand équilibre entre pressions environ-

nementales, économiques et sociales, dans une approche holistique et systémique.

- Avec une plus forte reconnaissance dans les politiques publiques, les vertus d'une économie circulaire, fondée sur l'usage plutôt que sur la consommation et le gaspillage (cf. 3.3 modèles économiques), devraient être privilégiées pour les motorisations électriques et leurs environnements fonctionnels. En posant pour toute activité anthropique une pression environnementale, les modèles économiques circulaires proposent des alternatives. Ils permettent de constituer des **échanges durables**, entre les déchets, les rejets, les pollutions en ressources potentielles **et de les réintégrer dans les flux chimiques, organiques, physiques, économiques et sociaux**. Les solutions limitant cette réintégration vertueuse devraient être systématiquement bannies.
- L'approche holistique doit également permettre de prendre en compte, dans l'environnement de la mobilité électrique, les **systèmes en concurrence** et les **acteurs de toutes les filières aujourd'hui silotés**, afin de construire une vision collective et complémentaire.

Doivent privilégier favoriser la coexistence de solutions de mobilité complémentaires et faciliter l'usage de la motorisation électrique :

Les politiques publiques devraient privilégier la libre circulation des gens et des biens dans la ville - la circulation qui demeure l'essence de la ville et de l'urbanisation - et donc favoriser la coexistence dans les espaces publics des modes de déplacement en faveur des véhicules propres et des modes actifs. Par "propre", on entend les véhicules dont les cycles de vie peuvent attester du moindre impact environnemental et pas seulement de la "propreté" à l'usage immédiat et inconséquent.

Ainsi, les différents modes de transport et de motorisation ne doivent pas être opposés mais observés et **conçus pour leur complémentarité et leur réponse aux problèmes de mobilité** qu'ils permettent de résoudre tout en résolvant les questions de durabilité et d'écologie :

- développer l'intermodalité de l'offre en transport en posant le problème de l'affectation du temps social utilisé par la mobilité. Une meilleure utilisation du temps de mobilité et sa rentabilisation à travers le confort, le travail, le loisir, la culture, la sécurité et la civilité, implique de repenser la conception et l'ergonomie des véhicules (individuels et collectifs) et de l'environnement fonctionnel (voirie, zones d'attentes et d'échanges, etc.)
- **faciliter l'usage de la motorisation électrique** par des offres de service auprès des publics utilisant des véhicules

propres comme des "packages de mobilité dans la ville" (facilités de stationnement, de recharge,...). Ce type de service constitue la qualité de l'environnement fonctionnel et relève du "commun" ou du "service public" qui implique l'existence d'acteurs et d'organisations capables.

L'USAGE ET SES VARIATIONS COMME GEOGRAPHIE DE L'IMPLANTATION DES BORNES DE RECHARGES

La densification des bornes ouvertes au public doit être mise en perspective des politiques urbaines actuelles de mobilité qui ont tendance à restreindre l'utilisation des véhicules individuels dans les centres-villes au profit des transports collectifs.

Améliorer la modélisation des besoins en IRVE ouvertes aux publics en faisant évoluer la vision statique de densification au profit d'une prise en compte des usages et de l'autonomie :

- dans une logique de complémentarité entre l'offre publique et l'offre privée (commerces, parkings...)
- les bornes de recharges sur les lieux de travail. En effet, les véhicules restent majoritairement garés durant toute une journée de travail et ne nécessitent pas une recharge rapide. Elles pallient l'absence de bornes à domicile
- en zones denses, les bornes de recharge à proximité des lieux de résidence (espaces publics, parkings en sous-sol ou en surface, parking publics), assortis d'abonnements couplés avec les abonnements de stationnement par exemple
- les bornes dans les parkings relais pour faciliter l'intermodalité et éviter la congestion en centre-ville.

Prendre en compte des paramètres dynamiques dans la géographie de l'implantation des bornes de recharge :

- dynamique de déplacements du territoire (travailleurs venant sur la commune, trajets domicile-travail, stationnements disponibles)
- taux d'occupation des bornes (un taux élevé ou sureoccupé de bornes peut signifier le besoin de nouveaux équipements et inversement si le taux est bas)
- dynamique des ventes de véhicules sur le territoire
- connaissance des territoires voisins des territoires voisins (principe de complémentarité)
- typologie des futurs usages (durée de stationnement actuelle et potentielle, activités alentours...).

DEVELOPPER L'INTELLIGENCE PRATIQUE

Le développement des véhicules électriques est en grande partie lié aux performances environnementales et économiques de sa production et de sa recharge. Pour lever les freins soulevés dans cette étude, résoudre les problèmes actuels et engager durablement l'avenir, **la Région Auvergne-Rhône dispose de tout l'écosystème pour encourager des politiques de Recherche et Développement (R&D) volontaristes dans le domaine de la mobilité électrique** : industriels automobiles, laboratoires de recherche universitaire, campus de la mobilité électrique, plateformes d'innovation, start-up, institutions, pôles de compétitivité, recyclage des batteries, syndicats régionaux de filières...

Par exemple, des projets locaux innovants ou de R&D visant :

- l'amélioration des performances techniques des véhicules (terres rares pour les batteries, autonomie...) et de la recharge (induction, champs électromagnétique, robot...)
- la complémentarité des différentes mobilités (électriques, hydrogène, gaz naturel, alternatives) dans une logique d'efficacité globale et d'économie circulaire
- l'intégration des Sciences Sociales et Humaines aux réflexions pour penser l'usage et les pratiques dès l'amont.

LE PROBLEME DES BORNES DE RECHARGE DANS L'HABITAT COLLECTIF

Avec 80% des grand lyonnais vivant en collectif, encourager les solutions agiles en immeuble dans les zones urbaines denses :

- inciter les initiatives sur la recharge à proximité de zones d'habitats résidentiels collectifs
- encourager les conseils syndicaux, assemblées générales de copropriétaires, les syndicats ou régies et les bailleurs à mettre en place des solutions **agiles et évolutives de recharge**
- engager simultanément la mise en place de solutions provisoires et évolutives (sur les services généraux) avec la mise en œuvre de solutions définitives ; solutions qui peuvent être mises en place en quelques semaines pour satisfaire au mieux les premières demandes dont on peut attendre un processus d'entraînement

- prise en charge collective (soit incluse dans le coût d'achat du logement, soit par l'aide publique) des installations électriques nécessaires.

Mise en place d'une politique de régulation foncière qui contribue à diminuer les coûts :

Avec la croissance soutenue de la rente foncière, l'intégration des coûts fonciers compromet plus fortement l'équilibre financier des opérations immobilières. Ils tendent à limiter au strict minimum réglementaire les services aux habitants (comme le droit à la prise) pour conserver l'équilibre financier des opérations et dégager les marges nécessaires à la survie des acteurs engagés dans la construction.

Le droit à la prise se réduit le plus souvent à l'arrivée de la puissance au transformateur sans réalisation des câblages électriques nécessaires à l'alimentation des bornes dans les parkings des résidences : les aménagements nécessaires à ce dernier maillon de l'alimentation des bornes sont aujourd'hui faiblement aidés par la puissance publique.

3.2 Technologies et innovations

Les comportements, pratiques et usages sociaux relèvent des objets et dispositifs techniques disponibles qui ont pour vertu de rendre service aux différents publics. Le développement de ces objets et dispositifs, comme le véhicule électrique et sa recharge, doit être pensé de manière pratique et résoudre les problèmes rencontrés par ces publics (sociaux, économiques, environnementaux).

L'IMAGINATION TECHNIQUE : SUSCITER LES INVENTIONS A PARTIR DE LA RECHERCHE

Dans une Région Auvergne-Rhône-Alpes réunissant tous les atouts pour réussir, favoriser les concours et appels à inventions, ouverts et largement dotés, permettant d'exploiter les connaissances de la recherche propices à l'émergence de techniques et modèles/organisations permettant :

- de repenser ou de réactualiser le problème de **l'alimentation des moteurs électriques (batterie)** en intégrant les questions d'innocuité environnementale, de poids, d'autonomie, de dépendance aux ressources non renouvelables, etc
- de repenser ou de réactualiser **les techniques de recharge** (sans borne, sans câble, sans prise, à bord, à l'extérieur...) dans un souci de convivialité des véhicules électriques
- de penser l'intégration des **véhicules électriques dans l'espace urbain** en réinterrogeant les pratiques de stationnement
- d'intégrer une **économie de l'usage** visant à maintenir en **l'état évolutif des systèmes**, assurant ainsi de manière pérenne le service rendu et son évolution sans destruction et gaspillage, et en rentabilisant les coûts environnementaux et sociaux de la production.

DES BORNES DE RECHARGE PLUS PRATIQUES

- une interopérabilité et/ou une standardisation des protocoles de branchement, de prise, de communication...

- une harmonisation de la **tarification en kilowatt** plutôt qu'en temps de stationnement
- une politique tarifaire lisible et transparente
- une politique tarifaire pour les bornes publiques qui favorise la **rotation des automobiles**
- une standardisation des **modes de paiement, l'utilisation des CB** notamment.

DES BORNES CONNECTEES ET INTELLIGENTES

- des **systèmes d'information homogènes, pratiques, transparents** dans la vie quotidienne qu'il s'agisse des bornes publiques ou des bornes privées
- information en **temps réel de la disponibilité** des bornes (occupées, HS, réservées)
- concevoir des **systèmes de maintenance réactifs intelligents** de sorte que le client ne soit pas obligé de téléphoner pour prévenir d'un service défectueux
- favoriser les **systèmes de réservation**, pour permettre aux électromobilistes de prévoir sereinement leurs trajets
- pilotage à distance de la borne pour adapter les temporalités de recharge aux usages des conducteurs de véhicules électriques
- permettre à l'avenir le **véhicule-to-grid** (services réseaux) et l'intégration des énergies renouvelables.

DES BORNES DANS LE PAYSAGE URBAIN

Des bornes intégrées et intégrables dans les politiques d'aménagement et de mobiliers urbains :

- des bornes pensées par rapport à l'**usage des espaces publics** (trottoirs, chaussées, passages, mobilité réduite - PMR, etc.)
- des **bornes intégrant des composants réseaux** (organes de coupure, de protection et de comptage assurant la sécurité des espaces publics)
- des **bornes "propres", désignées et conçues comme mobilier urbain**, et non comme émergences techniques de réseau ; le meilleur système étant celui qui n'encombre ni le trottoir ni la chaussée et n'en diminue pas le confort : enrrouleur, girafe, le câble pouvant aussi venir de la voiture vers la borne et éviter la gestion du câble une fois la place vide
- penser le **lien entre bornes et véhicules de manière conviviale** pour tous les utilisateurs de l'espace public (piétons, utilisateurs VE, utilisateurs d'autres modes).

LES ALTERNATIVES

Les alternatives consistent à ne pas obérer l'avenir par des choix techniques irréversibles pris en situation d'incertitude impliquant une forte "dépendance au chemin". Le degré d'innocuité environnementale apparaît comme le critère d'évaluation propre à moduler les choix techniques et les systèmes d'alimentation en électricité. Il doit être mis en regard avec l'ensemble des composants de la convivialité et de la praticité des véhicules : autonomie, charges utiles, mode de conduite, environnement fonctionnel dans l'usage, etc.

Des alternatives pour les batteries encourageant leur moindre impact environnemental tout en conservant la praticité du véhicule :

- d'autres techniques d'accumulateurs, sans terres rares, recyclables, moins polluantes en extraction et fabrication
- développement de systèmes d'alimentation autonomes se substituant aux batteries (diverses piles à combustible).

Des alternatives aux modes de recharge :

- systèmes sans borne ou des bornes sans fils (induction, caténaire, etc.)
- bornes à énergie cinétique
- robots (drones terrestres) assistant à la charge, déplaçant la borne vers les véhicules ayant le plus grand besoin de recharge
- hybridation des technologies, notamment les hybridations qui ne multiplient pas les moteurs (thermiques/électriques) mais qui multiplient les modes d'alimentation de la motorisation électrique.

3.3

Modèles économiques

Le véhicule électrique et sa motorisation ont l'opportunité de créer de nouveaux cercles vertueux et chaînes de valeur à même de répondre aux enjeux actuels. De sa fabrication à son recyclage, en passant par son usage et ses services rendus, il s'agit de fonder une économie de l'usage, circulaire et de service, contribuant ainsi au développement d'une économie décarbonée.

UNE ECONOMIE DE L'USAGE, DE L'ENTRETIEN ET DE LA REPARATION

Dans le cadre d'une stratégie de mobilité, la motorisation électrique peut fonder une **économie de l'usage et de la réparation**, en remplacement d'une économie de la destruction, du gaspillage, de l'obsolescence programmée. La motorisation électrique dans cet espace économique constituerait une contribution majeure à une **économie décarbonée**.

Ainsi, le programme proposé par Lucien Willemin à partir des véhicules thermiques (En voiture Simone) réinterroge la production des véhicules, étape la plus émissive en termes de gaz à effet de serre et de pollution avec leur recyclage et leur destruction ;

- la dette environnementale contractée par la production de véhicule est récupérable totalement par le plus long temps possible de disponibilité du véhicule à l'usage (20, 30, 40 ans et plus!) ;
- produire des voitures et des systèmes adaptables supportant sur un long temps des mises à jour, dont notamment leetrofit électrique avec la transformation de véhicules thermiques en véhicules électriques ;
- ce temps long d'usage peut générer une économie de l'entretien, de la maintenance et de la réparation à forte utilisation de main d'œuvre qualifiée et faiblement délocalisable; le développement d'une main d'œuvre qualifiée implique compétence, savoir-faire, qualité de service propre à redonner du sens aux métiers de l'automobile et de son environnement fonctionnel.

- la fiabilité de la motorisation électrique, son faible nombre de pièces en mouvement, est un indicateur de la capacité de ce nouvel outil d'intégrer une économie d'usage qui ne pèse pas sur l'utilisateur (nettement moins que le remplacement régulier des automobiles).

LA MOTORISATION ELECTRIQUE PEUT SERVIR UNE ECONOMIE CIRCULAIRE

En favorisant une économie de l'usage, de l'entretien et de la réparation, la motorisation électrique peut contribuer à des formes de circularité des échanges :

- **avec l'alimentation électrique issue de l'hydrogène par exemple** : et la récupération du CO₂ pour produire de l'énergie électrique ou des matériaux (carbonate, acide formique...). Aujourd'hui, ces procédés apparaissent encore coûteux, concurrencés par des produits dont la production externalise les coûts environnementaux
- **en construisant une chaîne de valeurs à partir de l'usage, de l'entretien, de la maintenance et de la réparation** en substitution d'une chaîne de valeurs fondée sur la consommation et la destruction des produits. Cette nouvelle chaîne de valeurs peut générer des filières locales et régionales, et intégrer par ramification des filières nationales et internationales. Elle doit aussi intégrer l'environnement fonctionnel de la motorisation électrique et ainsi initier un cercle vertueux de la mobilité électrique.

1 - La preuve de ce concept existe, par exemple, en aviation générale où certains avions volant dans les meilleures conditions de sécurité et de performance ont jusqu'à 60 ans d'âge et gardent une valeur appréciable sur le marché.

VERS UNE ECONOMIE DE SERVICE

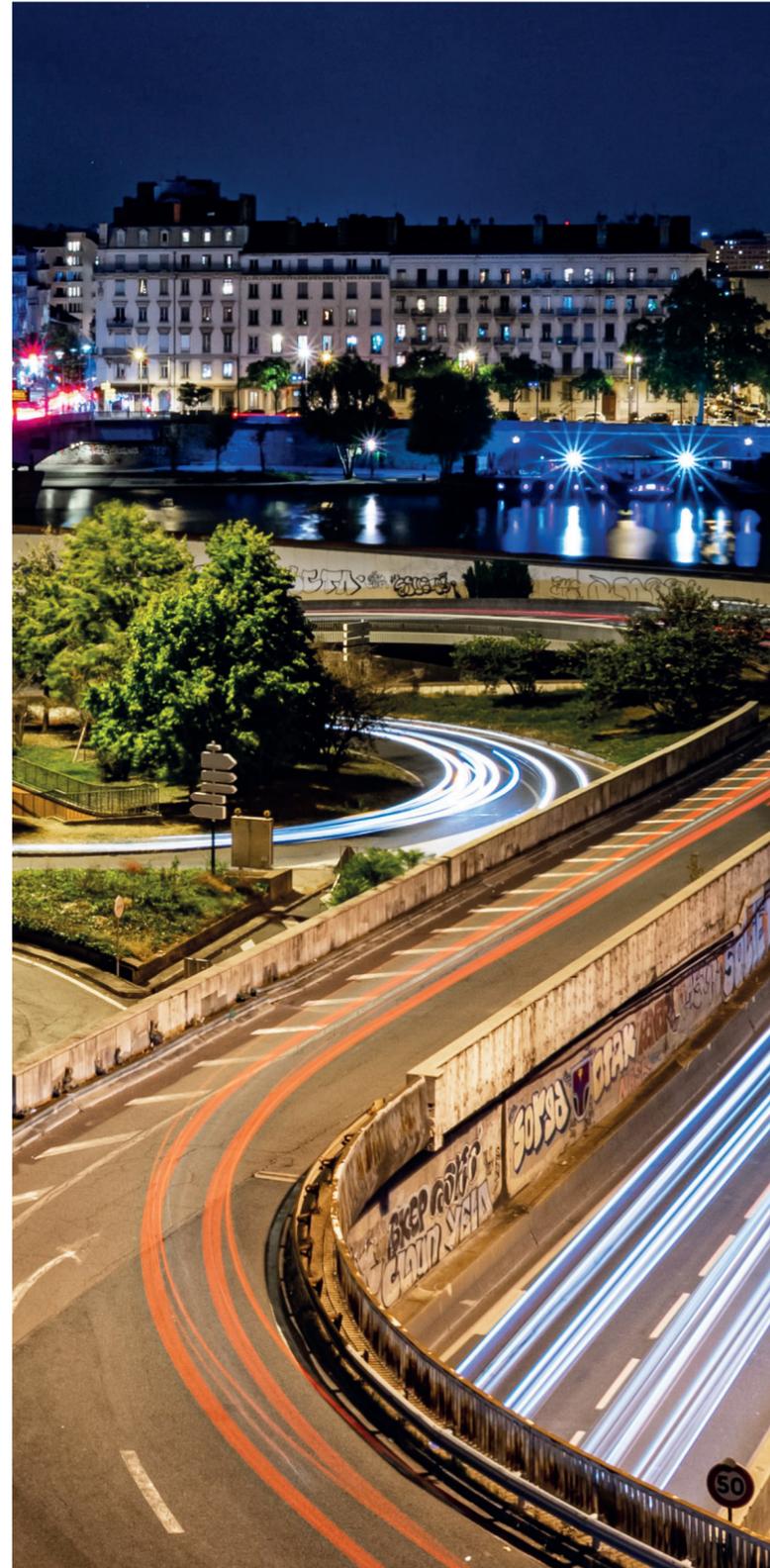
Mobility as a service : l'économie de service peut être une déclinaison d'une économie d'usage, plus exactement de l'usufruit, l'usage passant par un accès au service sans recourir à sa propriété-achat :

- le moteur électrique et l'électronique peuvent contribuer à produire des **véhicules autonomes** (sans conducteur) renvoyant à une mobilité qui pourrait surclasser la voiture individuelle et les transports collectifs, et les réinterpréter dans un mix disposant de la souplesse du véhicule individuel et de la disponibilité des transports en commun
- l'entretien, la réparation, la maintenance, la disponibilité des véhicules électriques, leurs accès, tout comme leur production peuvent contribuer à l'émergence d'un nouveau **tissu d'entreprises innovantes** issues de l'informatique, du numérique, de la robotique et de l'énergie

Le développement du véhicule électrique ne doit pas ignorer à la fois **le style, l'esthétique et le plaisir d'en user**, service rendu par le véhicule électrique :

- l'une des composantes de la sympathie à l'égard des véhicules électriques est justement le moteur électrique, ses performances, son silence, son couple, qui réintroduisent à la fois de la compétence dans la conduite et du plaisir à la maîtrise de son moteur
- la pauvreté esthétique du design des productions contemporaines (hormis les véhicules luxueux) est notée, posant la motorisation électrique comme service de second ordre. Très proches des véhicules thermiques dont ils reprennent les formes, ces véhicules ne se distinguent pas et ne distinguent pas l'utilisateur².

2 - et quand ils le distinguent, c'est sur les codes de design des voitures des marques dites Premium. C'est sans doute le cas du design des Tesla reprenant tous les codes de l'automobile de luxe à faible distance des standards esthétiques des véhicules thermiques.



3.4

Information et communication

L'information et la communication (publicisation) autour de la mobilité électrique doit permettre l'exercice de la responsabilité des publics et ainsi la meilleure adéquation des offres et des attentes sur ce marché, en matière environnementale, sociale, économique, technique, esthétique (design et ergonomie), etc.

OBJECTIVITE DE L'INFORMATION ET LA COMMUNICATION

Objective, l'information doit rendre compte des **qualités et défauts intrinsèques** des véhicules électriques et de leurs environnements fonctionnels, ainsi que des compromis dans les produits existants sur le marché. Il s'agit d'informer sur les performances et l'efficacité des systèmes et sur leurs limites, environnementales, sociales, économiques, techniques, esthétiques (design et ergonomie). Cette communication doit tenir compte des **remontées d'informations d'usage** : partages d'expérience, bonnes pratiques, informations sur l'efficacité et les performances.

Cette objectivité de l'information et de la communication relève de la **responsabilité sociétale des entreprises et des institutions**, de leur crédit auprès des publics, tout comme de la capacité des publics à assumer leurs responsabilités quant à leurs choix de mobilités et de leurs effets :

- information et communication globale ascendante et descendante (utilisateurs/fabricants) sur les multiples enjeux des véhicules électriques et leurs environnements fonctionnels principalement autour de la recharge
- information et communication sur les obligations, contraintes et choix stratégiques afférents de chaque acteur
- information et communication dans le cadre de la responsabilité sociétale des entreprises de toutes les organisations impliquées dans la production des véhicules électriques, sur leurs contraintes, leurs choix, sur la pertinence sociale, sur les modèles économiques nécessaires.

POUR LA RECHARGE, ASSURER L'INFORMATION ET LA COMMUNICATION DES OBLIGATIONS ET DES SOLUTIONS POSSIBLES

- d'équipement sur les lieux de travail et avantages salariés (droit à la prise au travail)
- d'équipement et de fonctionnement en matière d'équipement des parkings pour les centres commerciaux et propriétaires de parkings non résidentiels (5% au plus tard en 2025 pour la recharge des batteries)
- d'équipement de places de parking (5% au plus tard en 2025) et de dotation de véhicules propres pour les flottes publiques de plus de 20 véhicules
- en matière de droit à la prise et de solutions de raccordement en immeubles résidentiels, obligation sujet devant être inscrit dans les Assemblées Générales d'ici 2023.

POUR LES VEHICULES, ASSURER L'INFORMATION ET LA COMMUNICATION AUTOUR :

- de la mobilité électrique en général : recyclage des batteries, impact CO₂, cycle de vie...
- de l'usage des ressources non renouvelables (batterie, fourniture électrique)
- de la consommation réelle en énergie et l'origine de l'énergie (carbonée, fossile, renouvelable...)
- des systèmes alternatifs de véhicules électriques.

Afin de générer des attitudes responsables et de transparence :

- sur les processus de recyclage des batteries (conditions, lieux de recyclage, processus, devenir des déchets, degrés de dangerosité sur le plan environnemental et sanitaire)
- sur les risques d'usages (explosion, incendie) et formation adéquate
- sur les bilans environnementaux des cycles de vie (usage, production, recyclage, destruction).

CREER UN GUIDE DE « L'ELECTROMOBILISTE »

Les **guides et modes d'emploi** sont nécessaires tout comme les **formations** cultivant les aptitudes nécessaires à l'usage des véhicules électriques. Cependant, plus les guides et autres modes d'emploi sont complexes, moins l'objet est convivial et attractif. Il convient donc d'améliorer la convivialité des véhicules électriques et de leur environnement fonctionnel. Si l'environnement apparaît toujours complexe à l'usage, les guides, modes d'emploi et kits de prise en main deviennent nécessaires.

Ainsi, à défaut d'amélioration de la production des véhicules et des dispositifs de la recharge, la **création d'un mode d'emploi universel / kit de prise en main** permettrait :

- de responsabiliser et de développer l'autonomie des utilisateurs de véhicules électriques par une connaissance de l'environnement fonctionnel : puissance, batterie, bornes compatibles, types de recharges (puissance, prises, accès, facturation, calcul des coûts de recharge)
- de définir les parcours / stratégies de recharges universelles (type carte, GPS, Web), déclinables par territoire ou par région, comme facteur d'attractivité des territoires
- d'améliorer l'ergonomie et l'utilisabilité des véhicules électriques et des systèmes de recharge en s'appuyant sur l'usage et l'expérience utilisateurs

Ces guides et kits doivent être pensés comme **outils pédagogiques auprès des professions en première ligne avec les publics**, telles la filière automobile et les relais d'information spécialisés automobiles (AVERE, AVEM, automobile propre...). Ils pourraient être largement diffusés à leur attention, au travers par exemple de la démarche de formation e-fact mise en place par l'AVERE France, aujourd'hui non destinée à la filière automobile. Ces outils permettraient également d'encourager le **partage d'expériences entre les électromobilistes** par la création d'associations ou de clubs d'utilisateurs, à l'image de l'"*automobile club*" et de ses déclinaisons régionales qui a très largement contribué au partage d'expériences et à la promotion de l'automobilité thermique dès ses origines.

BIBLIOGRAPHIE - Chapitre 1

- **ADEME**, carlabelling
- **ADEME**, Baromètre : les Français et l'environnement, 2019
- **ADEME**, Consommations de carburant et émissions de CO₂ des véhicules particuliers neufs vendus en France, 2020
- **ADVENIR**, études et baromètres, 2020
- **AVERE**, baromètre de la mobilité électrique, 2020
- **AVERE et GIREVE**, baromètre de la mobilité électrique, 2020
- **Carbone 4**, La France amorce le virage vers le véhicule électrique, 2019
- **Coda Stratégies, ADEME, DGE, DGEC**, Infrastructures de recharge pour véhicule électrique, juillet 2019
- **Cetelem**, Le mystère de la voiture électrique, septembre 2018
- **CRE**, Les réseaux électriques au service des véhicules électriques, octobre 2018
- **Enedis**, Guide pratique pour recharger sa voiture électrique, septembre 2020
- **Enedis**, Rapport sur l'intégration de la mobilité électrique sur le réseau Enedis, novembre 2019
- **Enedis**, Immeubles Collectifs - Guide pour installer des bornes de recharge Enedis, septembre 2019
- **Enedis**, Pilotage de la recharge de véhicule électrique, décembre 2020
- **Enedis**, open datas
- **INSEE**, études et baromètres, 2020
- **IPSOS**, Zeplug, Mobilité électrique des habitants d'immeubles, où en est-on ? juin 2019
- **IPSOS**, La mobilité électrique : freins et motivations à acheter un véhicule électrique, Rapport Social Intelligence, décembre 2018
- **Métropole de Lyon**, plateforme open datas
- **Métropole de Lyon**, Plan Oxygène, mars 2018
- **Métropole de Lyon**, ZFE, janvier 2021
- **Métropole de Lyon**, PCAET, mai 2019
- **Ministère de la Transition écologique et solidaire**, PPE, 2020
- **Ministère de la Transition écologique et solidaire**, SNCB, 2020
- **Ministère de la Transition écologique et solidaire**, LTECV, 2017
- **Observatoire de l'Industrie Electrique (OIE)**, Les émissions de CO₂ du véhicule électrique : quel bilan ? mars 2019
- **Observatoire Régional Climat Air Energie (ORCAE)**, Auvergne-Rhône-Alpes, 2020
- **Région Auvergne-Rhône-Alpes**, SRADETT, février 2019
- **Réseau e-born**, Enquête sur le service de recharge pour véhicules électriques et hybrides, novembre 2019
- **RTE**, Enjeux du développement de l'électromobilité pour le système électrique, mai 2019
- **The Shift Project**, Guide pour une mobilité quotidienne bas carbone, février 2020
- **UFE**, Développement de l'électromobilité : Démystifier les questions de faisabilité pour faire apparaître les opportunités pour le système électrique, février 2019
- **Wavestone**, Ensemble vers la mobilité électrique 2019 2025 2035, mars 2019

BIBLIOGRAPHIE - Chapitre 2

- **BLANCHET Alain, GOTMAN Anne**, 1992, L'enquête et ses méthodes : l'entretien, Coll. 128, Ed. Nathan, Paris, 128p.
- **BRUNEL Marion, TOUSSAINT Jean-Yves, VAREILLES Sophie**, 2019, « Les pratiques de skateboard dans la ville. Éléments de discussion sur les modes d'appropriation des espaces publics urbains » in *Loisir et Société / Society and Leisure*, vol 3. issue 3, p. 353-377.
- **CASCONE Nicolas, RABAT Thomas**, 2020, Le développement des véhicules électriques dans la ville. Les bornes de recharges dans les parkings de copropriétés, PIRD-GCU-INSNA, ronéo, 75 p.
- **CRAWFORD Matthew B.**, 2010, Éloge du carburateur. Essai sur le sens et la valeur du travail, 1ère éd. 2009, trad. de l'américain par Marc Saint-Upéry, *Shop class as Soul Craft. An Inquiry into The Value of Work*, Coll. Cahiers Libres, Ed. La Découverte, Paris, 250 p.
- **DAGOGNET François**, 1989, Eloge de l'objet. Pour une philosophie de la marchandise, éd. Librairie Philosophique J. Vrin, Paris, 232 p.
- **DUPUY Gabriel**, 1995, Les territoires de l'automobile, coll. Villes, éd. Anthropos-Economica, Paris, 218 p.
- **HAUDRICOURT André-Georges**, 1987, La technologie science humaine. Recherches d'histoire et d'ethnologie des techniques, Ed. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 344 p.
- **MAUSS Marcel**, 2012, Techniques, technologie et civilisation, Coll. Quadrige, Ed. PUF, Paris, 482 p.
- **ILLICH Ivan**, 1973, La convivialité, trad. de l'américain par L. Giard et V. Bardet, *Tools for conviviality*, Ed. du Seuil, Paris, 160 p.
- **LEROI-GOURHAN André**, e1995, Le geste et la parole, tome 1 et 2, 1ère éd. 1964, Coll. Sciences d'aujourd'hui, Ed. Albin Michel, Paris, 324p. MAUSS Marcel, e1999, Sociologie et anthropologie, 1ère éd. 1950, Coll. Quadrige, Ed. PUF, Paris, 482 p.
- **PARROCHIA Daniel**, 2003, L'homme volant. Philosophie de l'aéronautique et des techniques de navigation, Coll. Milieux, Ed. Champ Vallon, Seyssel, 328 p.
- **RABARDEL Pierre**, 1995, Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains, coll. U, série Psychologie, éd. Armand Colin, Paris, 239 p.
- **RAYMOND Henri**, 1988, « Urbain, convivialité, culture », *Les annales de la recherche urbaine*, n°37, MELATT/Gautier Villars, Paris, p 38.
- **ROSA Hartmut**, e2013, Accélération. Une critique sociale du temps, 1ère éd. 2010, Coll. Poche, Ed. La Découverte, Paris, 488 p.
- **SIGAUT François**, 2012, Comment Homo devint Faber, Coll. Biblis Indédit, Ed. CNRS, Paris, 236 p
- **SIMONDON Gilbert**, e1989, Du mode d'existence des objets techniques, première édition, 1958, coll. Res, L'invention philosophique, éd. Aubier, Paris, 338 p.
- **TOUSSAINT Jean-Yves, VAREILLES Sophie**, 2010, « Handicap et reconquête de l'autonomie. Réflexions autour du rapport entre convivialité des objets et autonomie des individus. Les cas des dispositifs techniques et spatiaux de l'urbain », in *Geographica Helvetica*, Helt 4, p. 249-256.
- **VERMERSCH Pierre**, e2000, L'entretien d'explicitation, 1ère éd. 1994, Ed. ESF, Issy-Les-Moulineaux, 184 p.
- **WILLEMIN Lucien**, 2017, En voiture simone ! Pourquoi ma vieille voiture polluée moins qu'une neuve ?, éd. Plume de carotte, Toulouse, 48 p.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous nos enquêtés, contributeurs, relecteurs, interlocuteurs, soutiens, pour leur temps, leur sincérité, leur passion et leur envie commune de faire progresser ce beau sujet de la mobilité électrique. Par ordre alphabétique des prénoms : Nos chers Anonymes utilisateurs de véhicules électriques interviewés ou contributeurs de l'atelier, Anne-Sophie Cochelin, Anne-Sophie Banse Herrebaut, Caroline Di Monte, Chloé Poyet, Christian Vives, Damien Picault, Didier Jacquemoux, Flore Espitalier, Florence Saint-Sulpice, Léthicia Rancurel, Louis Bollinger, Olivier Jaray, Patrick Rakotondranahy, Pierre Mathey, Rémi Driat, Sophie Vareilles, Stéphane Autran, Sylvie Chiapello.

Étude Institut Smart Grids

Janvier 2021

Coordination, synthèse : Caroline Campo-Spadea

Auteurs : Mathis Cacheux, Jean-Yves Toussaint, Richard Robin, Caroline Campo-Spadea

Conception graphique, mise en page, réalisation : Rouge Badiane

Photos : Photos : Adobe Stock - Flaticon - Enedis : François Fevre - Pierre Morel - Laurent Vautrin

  FSC Mixe Credit - Ecolabel Européen - Print Environnement

Etude sociétale sur la recharge des véhicules électriques en milieu urbain

Partout, les Régions et les Territoires s'organisent avec l'écosystème public-privé pour développer des stratégies en faveur de la mobilité électrique, plus largement de mobilités propres et durables. Cette étude sociétale s'intéresse aux problématiques de la recharge des véhicules électriques du point de vue des utilisateurs et des acteurs clés de la mobilité électrique (garagistes, concessionnaires, opérateurs de bornes, promoteurs, bailleurs, électriciens...). Elle s'intéresse aux dimensions humaines et sociales inhérentes à l'arrivée de technologies nouvelles, pour comprendre les perceptions, les usages, les raisons sociotechniques qui encouragent ou découragent l'usage du véhicule électrique et de sa recharge par ceux qui la pratiquent. Elle vise à éclairer les débats actuels, en Région Auvergne-Rhône-Alpes et sur la Métropole de Lyon, milieu urbain dense où s'exacerbent les problématiques de la recharge. Elle donne des clés de lecture permettant de placer l'humain, ses pratiques et ses usages au centre des réflexions des stratégies d'électrification de la mobilité.

Etude partenariale pilotée par l'Institut Smart Grids. 2020-2021

