

Le numérique, facteur de succès de la mobilité électrique

Par **Jean-Rémy GAD**

Président de TMS, expert judiciaire près la cour d'appel de Bordeaux

et **Marc MOREAU**

Fondateur de Ville et Mobilité de Demain

Un contexte favorable au véhicule électrique

Alors que les transports représentent plus de 20 % des émissions mondiales de CO2 selon l'AIE (Agence internationale de l'énergie), et plus de 30 % de celles en France selon le CITEPA (Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique), le passage à une mobilité de très faible émission est un enjeu majeur. L'électricité, avec l'hydrogène, fait partie du mix de solutions pour y parvenir.

Les obligations légales et les mesures d'aide en ce sens se multiplient. Pour la France, ce cadre favorable vient principalement de la Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), et de la Loi d'orientation des mobilités (LOM).

Côté achat, la LOM impose aux entreprises et aux administrations une part minimale, qui atteindra 50 % en 2030, de véhicules à faibles émissions lors des renouvellements de flotte. La mise en place de zones à faibles émissions (ZFE), où certaines catégories de véhicules sont interdites d'accès, accroît l'incitation. Le gouvernement a en contrepartie mis en place différentes aides : prime à la conversion, bonus écologique...

Concernant les infrastructures de charge, la loi impose l'équipement en bornes dans les bâtiments neufs ou rénovés. Cette obligation est accompagnée de différentes formes de subventions, notamment la prime Advenir, qui peut atteindre 60 % du coût quand il s'agit d'installations ouvertes au public.

Cet environnement, associé à une communication intense des constructeurs, a créé un engouement pour les véhicules électriques et hybrides, dont les ventes ont fortement augmenté en 2020, puisque 110 000 véhicules légers ont été immatriculés, soit plus du double de l'année précédente selon Avere-France (Association nationale pour le développement de la mobilité électrique).

Les Zoé, E-208 et compagnie ne doivent pas masquer les autres véhicules. Les deux roues sont aussi électriques, tels les scooters, trottinettes et vélos à assistance électrique (VAE), dont les ventes et locations ont été boostées par la crise du Covid-19.

L'électrification concerne enfin les bus, dont se dotent les agglomérations comme Orléans ou Brest, et même les camions, dont les premiers modèles ont démarré leurs tests chez Volvo Trucks ou Renault Trucks, ou de nouveaux entrants comme Thor Trucks.

Cette effervescence attire une multitude d'acteurs le long de la chaîne de valeur, du côté des fabricants de véhicules avec leurs sous-traitants fournisseurs de batterie et équipementiers, et du côté des fournisseurs d'énergie et d'infrastructures de recharge (fabricants de bornes, bureaux d'étude, installateurs, opérateurs de service).



Bus électrique Heuliez à Lorient (crédit photo Semvatac)

Une stratégie de déploiement à affiner

L'analyse montre quelques freins à un usage généralisé.

La plupart des charges (80 % environ) se font à une puissance modérée (de 3 à 7 kW/h), à domicile (en pavillon) ou au travail. Ceci est dû à une offre de charge limitée dans les métropoles, où se concentrent la majorité des véhicules électriques, et à un usage quotidien dans le cadre de déplacements domicile-travail.

Cela satisfait la majorité des possesseurs actuels de véhicules électriques qui disposent d'une place de stationnement attitrée munie d'une borne de charge. Ils n'utilisent donc les infrastructures de charges publiques que comme solution de secours ou dans le cadre d'un déplacement non prévu.

Mais tous les propriétaires de véhicules n'ont pas une place de stationnement attitrée. Les nouveaux acquéreurs sont donc en attente d'équipements publics de recharge, non plus en tant que solution de secours, mais en tant qu'offre primaire, un peu selon le principe d'une station-service.

Face à ces demandes, l'offre de charge publique est encore peu adaptée aux attentes des usagers. Les opérateurs (syndicat d'électrification et métropoles) ont développé des infrastructures :

- implantées dans des endroits où la fréquentation n'est pas au rendez-vous (petites villes dans une offre départementale ; autoroutes alors que l'autonomie des véhicules reste encore limitée) ;
- ne permettant pas de charger à une vitesse intéressante l'ensemble du parc automobile (notamment en provenance d'Allemagne et du Japon), mais plutôt adaptées aux petits modèles (Zoé et Smart) à 22 kW/h en courant alternatif.

Quelques rares métropoles (Bordeaux, Toulouse, Paris) ont joué le jeu en développant une infrastructure pour tous (AC/DC), avec une vitesse de charge cohérente n'immobilisant pas les véhicules trop longtemps. Ce type d'équipements répond aussi aux besoins des zones rurales, où les distances parcourues sont plus importantes.

Un dernier frein tient au modèle économique, car beaucoup d'offres ont vu le jour sur un modèle de gratuité ou selon des prix n'intégrant que le coût de l'énergie. Cette pratique est certes utile



Véhicule en charge (Source : TMS)

pour permettre l'essor d'une offre, mais occulte de façon trompeuse les investissements et les coûts d'exploitation et de maintenance, ainsi que les coûts d'animation d'un service dans le cadre d'une société privée.

Pourtant, à ce jour et sans fiscalité additionnelle, sur des territoires de la taille d'une grosse métropole, il est possible de financer les installations principalement rapides et leur exploitation dans un service payant, offrant à un opérateur la possibilité de trouver un équilibre économique à mi-vie sur un contrat d'exploitation d'une dizaine d'années.

En réponse aux usages actuels et aux attentes prévisibles, on pourrait alors fournir un service de qualité aux futurs acquéreurs dans une offre de charge quotidienne, en équipant entreprises, copropriétés, grands axes de circulation, métropoles. Il faut exploiter pour cela la réserve substantielle de place dans l'espace public et dans les copropriétés non encore équipées.

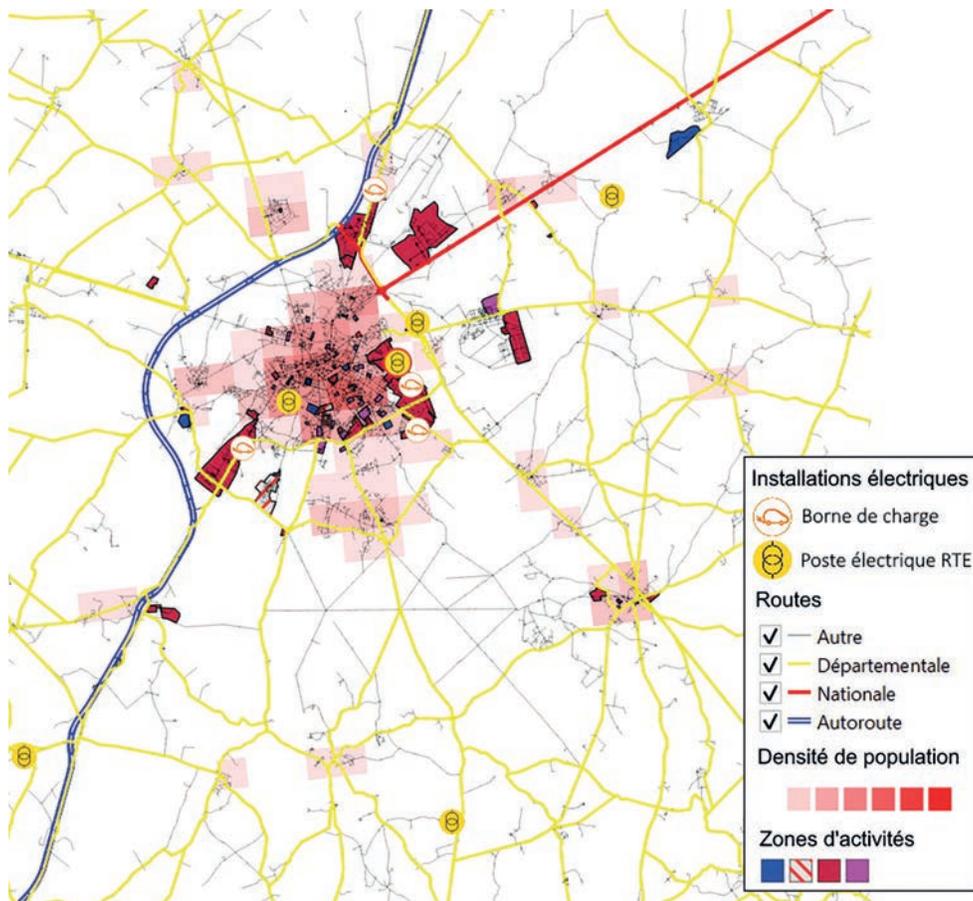
Le numérique pour penser la mobilité électrique sur le territoire

Déployer une offre de charge plus adaptée est évidemment le souci des opérateurs comme Izivia, ou celui des autorités organisatrices de mobilité associées « à l'élaboration des schémas directeurs de développement des infrastructures de recharge », selon la LOM.

Le numérique se révèle indispensable en amont pour poser la stratégie de déploiement de la charge sur le territoire grâce à une analyse de données et une prévision des usages, comme c'est le cas pour planifier un réseau de transport.

La demande doit être évaluée en prenant en compte tous les usages et types d'utilisateurs (particuliers, mais aussi taxis, flottes d'entreprise...), les profils d'usage, variant en fonction de chacun et pouvant être évalués à partir des données statistiques (mobilité, caractéristiques socio-démographiques locales) et d'enquêtes plus ciblées. Cette demande doit évidemment être projetée sur le long terme... avec les incertitudes liées à une pratique émergente !

Cette demande se décline ensuite en nombre de points de charge nécessaires, mais aussi en caractéristiques de charge (puissance, alimentation, prise...). Ces points doivent être répartis sur



Analyse territoriale pour le véhicule électrique (Source : Ville et Mobilité de Demain)

le terrain en tenant compte à la fois des zones de chalandise pour attirer le maximum d'utilisateurs, des projets existants pour ne pas faire de concurrence inutile, et des contraintes, telles que l'espace disponible (surface, sous-sol...), les possibilités de raccordement au réseau, ou les sources d'énergie locales. Des critères économiques permettent enfin de vérifier l'équilibre économique du projet, et de définir un plan de déploiement et d'exploitation sur cinq à dix ans.

Des outils numériques commencent à voir le jour pour instrumenter cette démarche en exploitant le potentiel des données ouvertes, les caractéristiques des systèmes existants, les retours d'expérience des premiers déploiements, etc. La simulation aide ensuite à tester des scénarii et dimensionner les installations. C'est par exemple le cas de l'outil « PrédiBornes », développé par un des auteurs et qui permet de modéliser le déploiement d'infrastructure et les équilibres économiques.

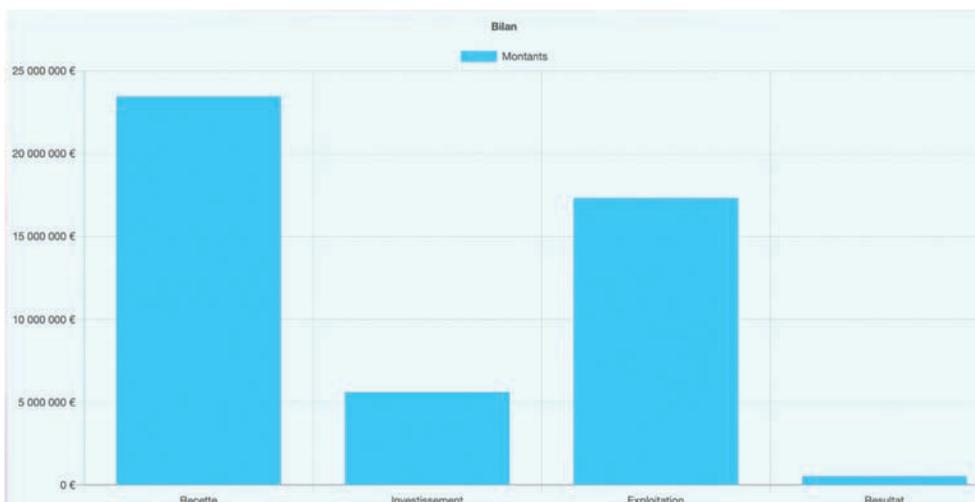
Le numérique au service de l'expérience client

Le succès de la mobilité électrique viendra évidemment des clients, et le numérique a là aussi un rôle essentiel à jouer.

Dans un contexte où les bornes de charge sont encore peu nombreuses et les systèmes de paiement et de branchement ne sont pas tous interopérables, le premier frein à la mobilité électrique concerne l'incertitude quant aux possibilités de recharge pour 52 % des Français, selon le baromètre de la mobilité réalisé par EVBox et Ipsos en 2020.

Bilan général		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Déploiement infrastructure											
	Besoin										
	Rapides	17	19	22	25	28	33	38	43	51	51
	Normales	32	36	40	46	53	60	70	81	94	94
	Parc										
	Rapides	5	19	22	25	28	33	38	43	51	51
	Normales	17	36	40	46	53	60	70	81	94	94
Achats (CAPEX)											
	Total des aides	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
	Reste à financer	992,000 €	1,230,000 €	272,000 €	336,000 €	416,000 €	416,000 €	560,000 €	640,000 €	752,000 €	0 €
Exploitation (OPEX)											
	Exploitation Technique (Maintenance + SI infra)	106,670 €	214,147 €	239,468 €	281,079 €	317,773 €	350,772 €	413,374 €	480,723 €	538,393 €	549,202 €
	Gestion société et Clients	645,818 €	667,756 €	690,997 €	715,704 €	742,071 €	770,323 €	800,732 €	833,616 €	869,353 €	908,396 €
	Energie	287,438 €	330,262 €	373,813 €	425,559 €	487,008 €	559,426 €	646,063 €	748,978 €	871,561 €	1,011,342 €
	AMO	150,000 €	75,000 €	37,500 €	25,000 €	25,000 €	25,000 €	25,000 €	25,000 €	25,000 €	25,000 €
	Recette Commerciale	1,061,769 €	1,229,570 €	1,428,177 €	1,663,527 €	1,942,724 €	2,274,267 €	2,668,334 €	3,137,108 €	3,695,178 €	4,360,020 €
BILAN GENERAL		-1,122,156 €	-1,267,594 €	-185,600 €	-119,815 €	-45,128 €	152,746 €	223,165 €	408,791 €	638,871 €	1,866,080 €

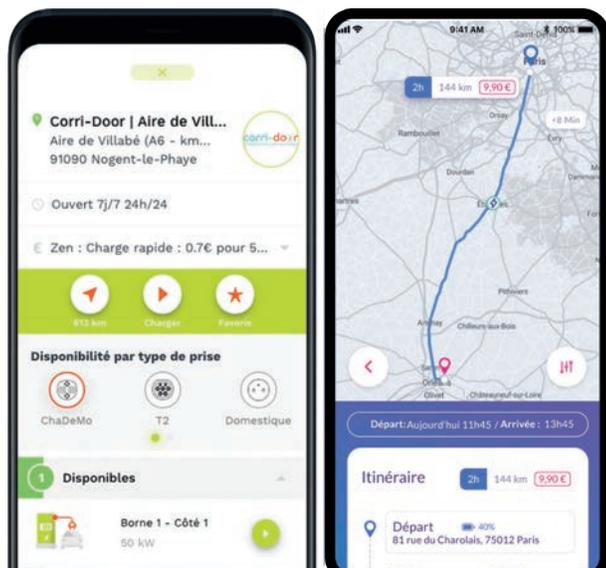
Recette	23,460,676 €
Investissement	5,614,000 €
Exploitation	17,317,315 €
Resultat	529,361 €



Le logiciel « PrédiBornes » (Source : TMS)

Les applications mobiles fournies par les opérateurs de charge (Izivia, Freshmile...) permettent de répondre à cette inquiétude en recherchant des bornes compatibles, en vérifiant leur disponibilité et en déterminant le meilleur trajet pour s’y rendre. Certaines comme « Free2Move » peuvent même planifier un itinéraire longue distance en prenant en compte l’autonomie du véhicule.

Le numérique joue ensuite un rôle-clé dans le parcours client pour faciliter le paiement par badge, par carte bancaire ou *via* l’application. Plusieurs approches coexistent. L’écosystème fermé est exceptionnel, essentiellement le fait de Tesla qui déploie son propre réseau « Superchargeurs », dans une logique haut de gamme qui rappelle celle d’Apple. La tendance la plus répandue est celle d’un fonctionnement en plateforme, où des places de marché B2C (*business to consumers*) donnent accès aux bornes de différents réseaux partenaires dans un système de *roaming*. Elles garantissent ainsi à leurs clients un accès maximal à une solution de charge où qu’ils soient. Ce *roaming* est facilité par des intermédiaires comme Gireve qui offre une place de marché et une plateforme d’interopérabilité entre opérateurs.



Exemples d'interface utilisateur de CorriDoor et Free2Move (D.R.)

par simple branchement du câble de recharge sur la borne, et la charge démarre sans nécessiter d'authentification avec un badge ou une application mobile.

Le numérique garant de la performance du système électrique

Pour les acteurs de la production et de la distribution d'électricité, ce déploiement de la recharge pour des véhicules de toutes tailles ouvre un vaste marché, mais pose des problèmes nouveaux : nouveaux profils de consommation, appels de charge importants, temporaires et inopinés pour la charge rapide de véhicules légers, ou importants et prolongés pour les parcs de véhicules de société qu'il faut recharger dans la nuit.

Le numérique intervient pour assurer la bonne intégration au réseau local et le bon fonctionnement du service. Les compteurs connectés de type Linky installés sur les points de charge publics ou privés fournissent une information précise sur les profils de consommation, et permettent d'affiner les modèles de prévision. Des capteurs communicants et des réseaux télécoms de type 5G donneront lieu de mieux connaître l'état et la sollicitation du réseau en temps réel. Une gestion intelligente (*smart grid*) est alors possible en pilotant la charge et le stockage d'énergie.

Le plus simple est le pilotage temporel pour décaler la recharge aux heures creuses. Un deuxième niveau est le pilotage de puissance pour moduler la charge grâce à une négociation automatique entre le réseau électrique et la borne, afin de baisser la puissance (effacement) en cas de pic de consommation ou au contraire de l'augmenter pour absorber une surproduction issue des énergies renouvelables. L'étape ultime consiste à piloter la charge mais aussi la décharge pour utiliser ponctuellement le véhicule comme une source d'énergie : c'est le V2B (*vehicle to building*), voire le V2G (*vehicle to grid*) si on demande au véhicule de restituer par moment de l'énergie au réseau. Ces deux dernières méthodes nécessitent un pilotage intelligent tenant compte des besoins et des objectifs du client (niveau minimal de charge souhaité, heure de départ prévue...). C'est tout l'enjeu du projet aVENir financé par l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) depuis 2019, et qui rassemble les grands acteurs du secteur.

Si la plupart de ces plateformes B2C, en général opérées par des opérateurs de charge (Freshmile, Shell Recharge...), recherchent une couverture nationale ou internationale, certaines ont au contraire une logique territoriale. C'est le cas de « Pass Pass Électrique » dans les Hauts-de-France, qui intègre la recharge dans un bouquet plus large de services locaux de mobilité, mis en place par la région et accessibles avec la carte Pass Pass dans une logique de *Mobility-as-a-Service* (MaaS).

D'autres innovations numériques viennent encore fluidifier l'expérience utilisateur, tel le « Plug & Charge » déjà disponible chez Tesla : le véhicule est reconnu

Lorsque l'on s'intéresse non pas à des véhicules individuels mais à tout un parc (comme les 180 bus électriques qu'Orléans doit acquérir d'ici 2024), on envisage l'énergie énorme qu'il faut apporter dans la nuit, et des algorithmes d'optimisation vont assurer, sous contrainte de la puissance disponible et en minimisant le coût, la charge de chaque bus, en tenant compte des heures de retour au dépôt le soir et de départ prévues le lendemain.

Il existe des solutions alternatives, comme celle déployée sur le territoire Bayonne-Biarritz, avec des véhicules équipés de super-condensateurs d'une capacité plus faible, se chargeant sur des pantographes en bout de chaque ligne. Cette solution augmente la capacité de transport du bus en réduisant le poids des batteries et lisse l'appel de puissance sur une journée sur un territoire, au lieu de focaliser en un seul lieu un besoin d'énergie énorme. En outre, les investissements et les coûts opérationnels sont plus faibles.

Toutes ces stratégies permettent de développer de la flexibilité dans la consommation d'énergie, de limiter les pics de puissance et donc de garantir le bon fonctionnement du système électrique, tout en évitant des investissements supplémentaires pour surdimensionner le réseau ou les moyens de production.

Et demain ?

On peut raisonnablement s'interroger sur la place du véhicule électrique dans les foyers après 2020. Les années 2010 ont vu un positionnement en tant que second véhicule d'un foyer typiquement urbain pour des usages quotidiens de 30 km, ou périurbain pour des usages pendulaires.

Mais les constructeurs, qui ont investi massivement pour passer d'une plateforme thermique à une plateforme électrique, ne souhaitent pas se cantonner à ce marché restreint. Nous connaissons donc dans les années 2020-2025 l'essor d'une offre de véhicule principal du foyer avec des véhicules électriques de belle autonomie (500 km), permettant de faire voyager une famille complète.

Tesla, suivie à ce jour par l'ensemble des constructeurs, a ouvert ce bal au début des années 2010, en comprenant qu'un véhicule qui se déplace à des distances de 400 à 500 km nécessite un réseau de bornes de charge rapide ou très rapide disponibles et de qualité.

Il ne reste donc plus qu'à faire suivre les infrastructures... L'investissement demeure colossal, mais des fonds d'investissement s'y intéressent de près. Dans l'intervalle, pour gérer le scepticisme de certains et le temps nécessaire au déploiement, deux solutions s'offrent à nous : le véhicule hybride rechargeable et le numérique qui, comme nous l'avons vu, permet de sécuriser et de simplifier le parcours du client.