

L'électrification des véhicules utilitaires légers : tendances et interrogations

Par Michel SAVY

Professeur émérite à l'École des Ponts et à l'École d'urbanisme de Paris

et Pierre CAMILLERI

Doctorant à l'IFSTTAR (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux)

Les véhicules utilitaires légers (VUL) constituent une part importante et pourtant méconnue du système de mobilité. Leur électrification est un élément clé de la diminution des émissions de gaz à effet de serre (GES) et des polluants locaux des transports routiers, mais son déploiement peut s'effectuer selon plusieurs scénarios qu'explore cet article.

La place des véhicules utilitaires légers dans le système de mobilité

Les VUL, couramment désignés comme des « camionnettes », sont des véhicules utilitaires d'un poids total en charge limité à 3,5 t que l'on peut conduire avec un permis B (comme pour les voitures particulières). Leur gamme va de simples automobiles modifiées à de petits camions. Le modèle le plus courant est un fourgon à motorisation diesel. Il y a 6 millions de VUL en France (pour 500 000 poids lourds [PL] et 30 millions de véhicules particuliers [VP]), leurs propriétaires sont autant des ménages que des entreprises et des artisans.

Les entreprises de transport routier *stricto sensu* ne mobilisent que 7 % du parc des VUL. Un VUL est polyvalent, il transporte des personnes et des choses et sert de boîte à outils, de stock, d'atelier, de vestiaire et de cantine, de bureau : c'est un outil essentiel de mobilité dans le travail, tant pour un professionnel que pour un bricoleur ou un jardinier amateur.

Malgré leur nombre, le rôle des VUL est largement méconnu. Le transport est la source de 29 % des émissions de GES en France, dont 95 % sont dus à la route. Dans les émissions dues aux transports routiers, les VP entrent pour 56 %, les PL pour 22 % et les VUL pour 20 %. L'électrification des VUL est donc un enjeu substantiel pour la réduction des émissions de GES dues aux transports, et ce d'autant plus qu'ils se prêtent mieux (techniquement et économiquement) à cette transformation que la plupart des autres véhicules.

La technologie électrique a connu un réel essor avec l'apparition de véhicules électriques (VE) de série dans

l'offre des grands constructeurs automobiles. Le marché est toutefois encore émergent et son avenir incertain. En France, 1,2 % du marché des VP et 1,4 % du marché des VUL étaient électriques en 2017, mais l'exemple de la Norvège (avec 20 % de VE parmi les VP vendus en 2017) montre qu'avec de fortes incitations le marché de masse est à notre portée (EAFO, 2017). Si la tendance à l'électrification est engagée, les incertitudes techniques, économiques, sociales et politiques sont encore très fortes, et plusieurs scénarios sont envisageables à ce jour.

L'équation technicoéconomique de l'électrification

La compétitivité économique des véhicules électriques repose sur les subventions publiques

Dans l'état actuel des techniques et du développement du marché, un VE coûte plus cher qu'un véhicule thermique en termes de TCO (*total cost of ownership*, le coût total de possession incluant l'ensemble des coûts ainsi que la valeur résiduelle en fin de la période considérée). Le développement des ventes passe à ce jour par des subventions publiques (6 000 € par véhicule, de la part de l'État, auxquels peuvent s'ajouter des subventions locales, comme c'est le cas à Paris).

Les subventions publiques se justifient par la diminution des coûts externes, par définition non pris en compte par les mécanismes de marché, pour limiter les émissions de GES mais aussi, et ce dernier objectif est désormais prédominant dans les environnements urbains, la pollution locale par les gaz toxiques et les microparticules. La subvention recouvre aussi une dimension de politique industrielle, en permettant le lancement de la production à grande échelle.

La compétitivité économique des VE dépend en outre de l'usage que l'on en fait. Ils ont un coût fixe plus élevé (du fait de leur batterie), mais un coût variable plus faible que leurs homologues diesel. Les petits rouleurs n'y trouvent donc pas leur compte. Les rouleurs intensifs se heurtent, quant à eux, à la barrière de l'autonomie, qui est de l'ordre de 150 kilomètres pour les modèles actuels. Reste une fenêtre de compétitivité pour des rouleurs parcourant plus de 15 000 kilomètres par an, selon des trajets quotidiens réguliers. Les véhicules des transporteurs de courrier et de petits colis sont à cet égard optimaux, puisqu'ils parcourent, six jours sur sept, de 60 à 80 km par jour dans un périmètre restreint et disposent d'un parking affecté qui se prête à l'installation de bornes de recharge. Outils essentiels de la logistique urbaine, les VUL sont en pleine expansion. De manière générale, l'électrification des transports se jouera d'abord dans les villes.

L'équation économique explique également l'absence de marché dans le segment des véhicules de plus de 3,5 t de poids total en charge, nécessitant de lourdes et onéreuses batteries.

Le véhicule électrique s'insère dans un système complexe

Le passage par le véhicule à batterie n'est qu'une des trajectoires vers des véhicules plus propres, à côté de la pile à combustible (à hydrogène) et de diverses formules d'hybridation (thermique et électrique). Pour les véhicules lourds et/ou effectuant de longs trajets, la préférence va aujourd'hui au gaz naturel et aux biocarburants. Aux yeux des constructeurs automobiles et des producteurs d'énergie, les technologies d'avenir seront plurielles et elles ne sont pas définitivement établies, chacun cherche encore son positionnement.

De leur côté, les professionnels utilisateurs potentiels de véhicules électriques exercent dans des marchés très concurrentiels, avec de faibles marges, ils sont de ce fait réticents à adopter des solutions non encore validées. La location peut leur faciliter l'expérimentation des VE, sans prendre le risque d'un achat. Se posera également la question de la pratique courante qu'est aujourd'hui la revente par des professionnels à des particuliers de VUL d'occasion.

Une condition nécessaire à la diffusion du VE est la disponibilité d'un réseau suffisant d'alimentation en électricité. La durée de recharge des batteries est fonction de la puissance de recharge. La recharge « lente », qui peut être installée dans un garage pour un usage nocturne, mobilise une puissance équivalente à celle d'un chauffe-eau ; une recharge « accélérée » celle de 20 machines à laver ; une recharge rapide celle de 10 logements et, enfin, une recharge ultrarapide celle de 20 logements. Le prix d'installation d'une borne varie de 800 à 50 000 euros !

La puissance de production électrique installée en France est globalement suffisante pour satisfaire une demande prévisionnelle raisonnable du parc routier électrifié. Mais une capacité moyenne n'est pas suffisante : l'adéquation offre/demande d'électricité doit s'opérer de manière immédiate et variable, dans l'espace et dans le temps. En ce

qui concerne les automobiles électriques, la question de leur recharge lors des pointes des jours de vacances n'est pas encore résolue.

Sous l'angle environnemental, la réduction des GES suppose que l'électricité consommée soit d'origine non thermique, ce qui est le cas en France (mais ce n'est le cas ni en Allemagne ni à ce jour en Chine, un pays qui entend pourtant être le leader mondial du VE). Les batteries (à bord d'un véhicule branché ou déposées en position statique lorsque leurs performances déclinent) entrent en outre dans le fonctionnement d'un « *smart grid* » permettant le stockage de l'électricité produite par des énergies renouvelables intermittentes et la gestion des pointes de consommation (évitant ainsi le recours aux énergies thermiques d'appoint).

Face à l'incertitude de ces scénarios, les producteurs et les distributeurs d'électricité observent l'évolution des projets et des pratiques des autres acteurs du système. Il faut modifier le réseau avec pragmatisme pour répondre aux besoins au fur et à mesure de leur expression, en évitant les investissements inutiles.

La technologie évolue rapidement

Les termes de la comparaison entre les diverses solutions évoluent rapidement, notamment du fait des progrès réalisés dans le domaine des batteries, dont le coût (à performance égale) diminue de près de 8 % chaque année (NYQVIST et NILSSON, 2015). Entre 2011 et 2017, l'évolution des batteries a permis d'en doubler l'autonomie, à poids et prix inchangés. Le champ des usages éligibles à l'électricité s'élargit. D'autres progrès adviendront, éventuellement sur la base de ruptures technologiques (batteries *solid state*, par exemple).

Des effets d'échelle sont également à attendre. Les VUL électriques actuels sont conçus sur la base de modèles thermiques existants. Les prochains seront conçus de manière spécifique. Leurs coûts de maintenance seront en outre vraisemblablement inférieurs à ceux d'un véhicule thermique.

Scénarios d'électrification du parc des VUL

Si l'on peut affirmer désormais que l'électrification d'une part substantielle du parc de VUL aura lieu (alors qu'elle a longtemps été écartée, considérée comme utopique), une incertitude demeure quant à son mode et à son rythme de diffusion, qu'un modèle en trois étapes vise à éclairer.

La première étape consiste en une modélisation statistique des distances quotidiennes parcourues par les VUL, calée sur la base de données du Service de la donnée et des études statistiques (SDES) du ministère en charge des Transports. Accompagnée d'hypothèses sur les évolutions technologiques et sur les prix du marché (prix de l'électricité, du diesel, des véhicules, etc.), la deuxième étape est celle de la construction d'un modèle de décision permettant d'identifier, pour chaque usage, si le VE est éligible ou non. Les critères sont la pertinence économique du VE (comparaison entre TCO) et l'adéquation de l'au-

tonomie aux distances parcourues. Dans une troisième étape, des potentiels de marché sont calculés à divers horizons temporels.

La question des subventions apparaît comme critique. Dans les deux scénarios envisagés, on considère une limite basse des subventions (par exemple, avec uniquement des subventions nationales) et une limite haute (avec l'ajout de subventions locales), avec des plafonds imposés aux subventions totales allouées, fixés respectivement à 50 millions d'euros (M€) et à 60 M€ par an.

Pour prendre en compte la diffusion de l'innovation, trois générations successives de VUL sont étudiées, avec une batterie de 22 kWh (disponible en 2011), de 33 kWh (correspondant aux performances actuelles) et de 40 kWh (disponible en 2022). Les potentiels sont calculés à la fin de chaque période et la subvention est déterminée dans les limites du plafond.

Quant aux deux scénarios étudiés, le scénario de référence se fonde sur un gain de 8 % par an sur le coût des batteries, un gain d'environ 500 € sur le prix du VE hors batteries et un surcoût de 500 € sur les véhicules thermiques équivalents (du fait de nouveaux dispositifs de dépollution). Un scénario plus optimiste porte à 1 500 € les économies réalisées grâce aux VE et à 1 500 € le surcoût du véhicule thermique. Cette différence de traitement peut prendre d'autres formes (péages urbains différenciés, subvention locale ou nationale supplémentaire, économies sur l'infrastructure de recharge, etc.).

Dans le scénario de référence, les parts de marché croissent lentement pour atteindre quelques pourcents dans 10 ans. En effet, le plafonnement du montant total des subventions en diminue le montant par véhicule, dès

lors que les parts de marché augmentent. Selon le scénario le plus optimiste, on n'observe pas une croissance exponentielle, mais un rythme nettement plus rapide sur le chemin vers un marché de masse.

Une analyse de sensibilité fait ressortir le prix du gazole (lequel est volatile et est difficile à prédire) comme le paramètre le plus influent après les subventions (avec l'hypothèse d'un prix de 1,158 €/l hors taxes en 2022). Le prix de l'électricité est en comparaison beaucoup moins critique.

Ce modèle est prudent, à plusieurs égards. Il suppose une offre de batteries d'une taille unique, alors qu'une offre plus diversifiée accroîtrait le potentiel du marché. La subvention est une dépense plafonnée, alors qu'un système de bonus-malus autoentretenu serait efficace tant que les VE resteraient minoritaires. Des marges de manœuvre existent donc pour accélérer la transition vers la motorisation électrique des VUL.

L'environnement politique et réglementaire

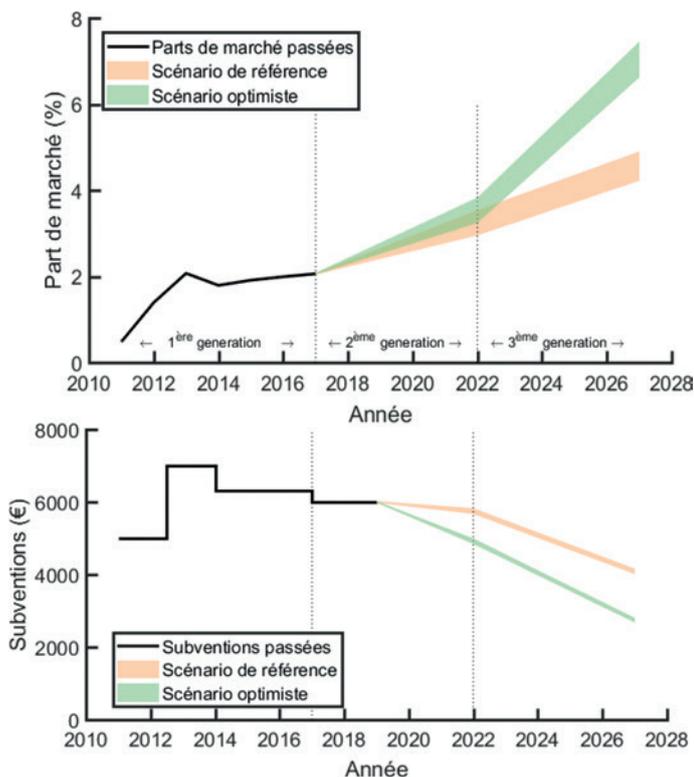
Dans nombre de pays, l'électrification des véhicules routiers est encouragée par les pouvoirs publics pour pallier certains effets externes négatifs du transport. C'est donc un phénomène éminemment politique, qui s'inscrit dans une stratégie plus large de transition énergétique. Les subventions peuvent porter sur les véhicules et sur les bornes de recharge. D'autres facteurs de compétence publique peuvent jouer un rôle complémentaire dans le soutien donné à l'électrification des VUL, ou à l'inverse en freiner le développement. Les VE – plus silencieux et moins polluants – peuvent avoir accès aux zones à circulation réduite (ZCR), à certaines zones piétonnes pour la livraison des commerces dans des créneaux horaires élargis, à une bande de circulation particulière sur les voies congestionnées. Ils peuvent également bénéficier de péages réduits ou encore se garer gratuitement sur les places de recharge des véhicules électriques, etc.

Les villes peuvent prendre en la matière des dispositions différentes, mais elles ne devraient pas entraver la normalisation et l'industrialisation des véhicules utilitaires légers électriques.

Les subventions servent à soutenir l'évolution des techniques et des attitudes à leur égard, et à préparer le déploiement d'un marché de masse des VE (par exemple, à travers le développement d'un réseau de bornes de recharge). En dépit d'une évolution rapide et d'un avenir incertain, industriels et utilisateurs ont besoin d'une visibilité réglementaire et fiscale cohérente à l'échelle européenne.

Perspectives

Le système de transport dans son ensemble est engagé dans une mutation multiforme. L'évolution passée des véhicules routiers a été essentiellement incrémentale. Aujourd'hui, tous leurs composants font l'objet de mutations radicales (« disruptives ») : au changement d'énergie s'ajoute la connexion à des systèmes de communication



Scénarios de l'électrification de VUL (type « fourgonnette ») en fonction de son subventionnement.

de plus en plus diversifiés, tandis que se diffuse déjà une aide à la conduite qui ira un jour jusqu'à l'autonomie complète du véhicule. Le VE promeut en outre des interactions sans précédent entre le secteur automobile et le secteur de l'électricité. C'est l'économie complète du transport, mais aussi les formes urbaines et les modes de vie eux-mêmes, qui participeront à ce mouvement, et ces mutations prendront nécessairement du temps. Le cas des VUL est un marqueur représentatif d'un avenir qui se construit dès à présent.

Références bibliographiques

CAMILLERI P. & DABLANC L. (2017), "An assessment of present and future competitiveness of electric commercial vans", *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, vol. 7, n°1, pp. 337-364.

CGDD (Commissariat général au développement durable) (2017), « Les comptes des transports en 2016 », rapport de la Commission des comptes des transports de la Nation, n°54.

EAFO – European Alternative Fuels Observatory (en ligne), "Vehicle statistics", consulté le 14 février 2018, depuis : <http://www.eafo.eu/>

NYQVIST B. & NILSSON M. (2015), "Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles", *Nature Climate Change* 5(4), pp. 329–332.

SAVY M. & TENFICHE S. (2016), "The unknown part of the transport system: the light duty vehicle", in BLANQUART Corinne, CLAUSEN Uwe & JACOB Bernard (ed.), *Towards Innovative Freight and Logistics*, ISTE Ltd. and Wiley.

SAVY M. & BOUTUEIL V. (2017), « Les VUL dans la ville : enjeux de connaissance, enjeux d'action », *Transports*, n°505.

SAVY M. (2017), *Le Transport de marchandises. Économie du fret, management logistique, politique des transports*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes.