



HAL
open science

Les bus électriques : une opportunité réaliste dans les géographies d'intervention de l'Agence Française de développement ?

Delphine Le Duff

► **To cite this version:**

Delphine Le Duff. Les bus électriques : une opportunité réaliste dans les géographies d'intervention de l'Agence Française de développement ? : Les mobilités électriques : état des lieux, impacts et perspectives. 2017. hal-01883022

HAL Id: hal-01883022

<https://enpc.hal.science/hal-01883022>

Submitted on 27 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les mobilités électriques : état des lieux, impacts et perspectives

Les bus électriques : une opportunité réaliste dans les géographies d'intervention de l'Agence Française de développement ?

Mémoire de thèse professionnelle pour le mastère PAPDD, année universitaire 2016-2017, pour le compte de la division Transports et Energie Durable de l'Agence Française de Développement

Delphine Le Duff

Thèse professionnelle encadrée par Lise Breuil, responsable adjointe de division « transport et énergie durable » à l'Agence Française de Développement et Virginie Boutueil, Chercheuse au Laboratoire Ville Mobilité Transport et Directrice adjointe de l'Institut de la Mobilité Durable Renault-ParisTech

La division Transport de l'Agence Française de Développement (AFD) a engagé une réflexion autour de la refonte de son cadre d'intervention sectoriel. La nouvelle version de cette stratégie devra notamment intégrer une stratégie mobilité électrique. La thèse ici développée s'intéresse au développement du véhicule électrique et à un de ses segments : le bus électrique.

Dans les prochaines décennies, l'urbanisation dans les pays du Sud connaîtra un développement sans précédent avec des besoins croissants en terme de transport. Sans un effort volontariste, les émissions du transport augmenteront de 140 % en 2050 dont 90% viendra des pays en développement en forte croissance démographique et urbaine.

Le secteur des transports dépendant encore très fortement des hydrocarbures, le développement de la mobilité électrique est un des leviers identifiés dans la déclaration de Paris pour le climat pour l'atteinte les objectifs de décarbonation totale du secteur en 2050-2060 dans les pays les plus avancés, et en 2060-2080 dans les économies en développement.

La croissance du marché du véhicule électrique dans le monde ouvre en effet des perspectives, d'autant que l'éco-système de l'électro-mobilité offre des opportunités intéressantes en matière de diffusion de nouveaux services et usages, que certains pays ont su particulièrement développer. A certaines conditions cependant, le véhicule électrique pourra être un levier de la lutte contre le changement climatique.

Enfin, à l'issue d'une étude qualitative sur la maturité et les spécificités des technologies de bus urbains électriques, cette étude propose de s'interroger sur l'opportunité et les conditions nécessaires pour une banque de développement comme l'AFD de financer de tels projets.

1. Une montée en puissance des mobilités électriques

Les véhicules électriques routiers correspondent aux véhicules fonctionnant principalement avec une propulsion électrique : véhicule électrique à batterie, véhicule électrique hybride rechargeable et véhicule équipé d'une pile à combustible fonctionnant à l'hydrogène.

Ces véhicules représentaient 0,1 % du marché en 2015 avec 1,26 million de véhicules en circulation. La croissance continue des ventes s'explique par le progrès des batteries au lithium, dont le prix a été divisé par cinq et la densité énergétique multipliée par 4 depuis 2008, mais également par des politiques

publiques volontaristes créant des conditions favorables à son développement. Ainsi, l'essor du véhicule électrique s'observe principalement dans 7 pays, et notamment en Norvège, en Chine et aux USA où il représente plus de 1% des ventes de véhicules.

Bien qu'il existe de grandes incertitudes sur la croissance du marché du véhicule électrique, les révisions de l'IEA dans le cadre du scénario 2DS prévoient qu'il représente 40% du stock mondial de véhicules en 2040, aux côtés des différentes motorisations thermiques et des carburants alternatifs (biocarburants, gaz).

2. L'écosystème de l'électro-mobilité, une opportunité pour le déploiement de nouveaux services et usages :

Le véhicule électrique s'inscrit dans un environnement plus large, l'écosystème de l'électro-mobilité qui offre une chaîne de valeur étendue et des opportunités en matière de diffusion de nouveaux usages et services : gestion intelligente de l'énergie, services numériques à l'utilisateur, seconde vie de la batterie.

Par les infrastructures "connectées" nécessaires à son fonctionnement, le véhicule électrique est particulièrement adapté à de nouvelles offres de services de mobilité et permet d'accélérer la transition optimisant l'utilisation du véhicule et n'imposant plus sa possession : les services d'auto-partage en trace directe

(Autolib) ou en freefloating (Car 2Go, City Scoot) en sont des illustrations.

Par ailleurs, compte tenu du coût généralement moindre de l'électricité, son impact économique est maximisé à haute intensité d'utilisation, ce qui le rend parfaitement adapté pour les flottes de taxis, d'entreprises ou pour la logistique. Il pourrait donc jouer un rôle clé sur le segment de la logistique en ville, en permettant d'atténuer l'impact de la livraison du dernier km.

Pour développer des écosystèmes favorables, les politiques publiques et les différentes incitations en faveur du véhicule électrique sont indispensables.

Certaines mesures sont des leviers plus efficaces que d'autres. Ainsi, le développement d'infrastructures de recharge,

et des prix élevés de l'énergie dérivée du pétrole sont des facteurs déterminants à son essor.

4. Impact et potentiel du véhicule électrique dans la lutte contre le changement climatique

L'électrification des véhicules est considéré comme une des réponses à l'enjeu de réduction des impacts environnementaux des transports. Mais les performances environnementales du véhicule électrique dépendent de nombreux facteurs comme la nature du mix électrique. Ainsi, le bilan carbone du huitième à la roue d'un véhicule électrique sera 6 fois supérieur dans le cas d'un véhicule utilisé en Pologne par rapport à celui du même véhicule utilisé en France.

La déclaration de Paris pour le Climat, a projeté d'ailleurs un développement de 100 millions de voitures électriques et 400 millions de deux-roues en 2030, ce qui pourrait avoir un impact sur le dimensionnement des réseaux. En 2040, le développement de 420 millions de véhicules électriques induirait un déplacement de la consommation de pétrole vers la consommation d'électricité sur l'année de 1 400 TWh, soit environ 5% de la demande mondiale annuelle en 2015.

S'il s'agit de sur le développement massif des énergies renouvelables dans les mix électriques, le véhicule électrique apparaît donc comme une solution intéressante pour l'atténuation du changement climatique, aux côtés d'un modèle de transport basé sur un report massif vers les modes de transport les moins émissifs (Modèle Avoid - Shift - Improve).

Si la satisfaction de cette demande électrique pose un défi majeur dans les pays où l'accès à l'énergie est encore limité, les véhicules électriques pourront également apporter des services pour la gestion des énergies renouvelables : seconde vie des batteries pour des usages stationnaires, stockage des énergies intermittentes (V2G, Power to gas).

4. Les bus électriques : une opportunité réaliste dans les pays d'intervention de l'AFD ?

En 2016, 55% des investissements de la division transport ont été consacrés aux infrastructures de transport urbain (bus, tramway et métros), dont 21 % consacrés à la réalisation d'infrastructures de BRT¹. L'électrification des flottes, ou du moins la réflexion sur le type de motorisation

pourrait être une piste d'amélioration de l'impact climat des projets financés.

Actuellement, les expériences de bus électriques sont principalement observées en Chine (170 000 bus électrique en 2016), en Europe (527 bus électriques), et plus

¹ Bus Rapid Transit

marginalement dans le reste du monde (Inde, Indonésie, Brésil,...).

La dynamique tend cependant à s'amplifier autour de ce thème. Ainsi, le C40 a annoncé l'engagement de 23 mégacités (dont 13 villes du Sud) en faveur d'une transition vers des flottes de bus basses émissions (gaz naturel et électrique). La France s'est également doté d'un outil réglementaire fixant des obligations en matière de renouvellement de flottes basses émissions, qui permettra à la France de développer un savoir-faire recherché dans le domaine (notamment la RATP qui disposera en 2025 d'une des plus importantes flottes de bus électriques au monde).

Afin d'obtenir des retours d'expériences sur le sujet, différents entretiens ont été réalisés auprès de constructeurs (VOLVO, IVECO, BLUE SOLUTIONS) et de personnes ressources sur le sujet pour identifier les contraintes et les avantages des différentes solutions de bus électriques, et dégager des pré-requis et des recommandations pour l'AFD.

Conclusion :

Si le déploiement de bus électriques dans les pays du Sud nécessite certains pré-requis (accès à l'énergie, capacité des structures d'exploitations, coût de l'électricité), en revanche le développement de l'électro-mobilité dans les pays du Sud offre des opportunités intéressantes en matière de services urbains « courants » (taxis, auto-partage) sur des segments variés (2 et 3 roues, minibus, etc...). L'AFD pourrait soutenir le développement de politiques publiques en faveur de l'électro-mobilité, en valorisant l'écosystème français et le savoir faire acquis dans le domaine.

Ainsi, plusieurs motorisations existent et sont proposées par différents constructeurs (hybrides conventionnels, bus hybrides rechargeables, 100 % électrique) ainsi que différents modes de recharge (biberonnage aux stations, recharge lente au dépôt, rapide au terminus), avec des conséquences en terme d'impact de puissance sur le réseau, de poids des batteries embarquées et d'autonomie.

Le bus électrique s'envisage comme une solution complète qui implique non seulement les infrastructures, mais également les montages contractuels habituels. En terme de coûts il est admis qu'un bus 100 % électrique coûte environ deux fois plus cher qu'un bus thermique EURO 6 (en coût global d'acquisition). Ce coût doit néanmoins être nuancé d'une part par les bénéfices qu'apporte cette technologie (réduction du bruit et de la pollution locale) qui peuvent être valorisés dans le cadre d'un bilan socio-économique et d'autre part par la baisse des coûts susceptibles d'intervenir rapidement sur le prix des batteries.