

Pourquoi le biberonnage offre une solution durable pour les bus électriques?

L'exploitation de bus dans le transport public a des spécificités permettant de bien négocier le virage de la transition énergétique. En particulier pour les bus électriques de grande capacité, pour lesquels trois facteurs les différencient des voitures électriques.

Premièrement, le fort taux d'usage (avec environ 50'000 km parcourus par année) qui permet de rentabiliser l'investissement grâce à l'écart de coûts entre le diesel et l'électricité. Deuxièmement, le dimensionnement de la batterie n'a pas besoin de répondre au surplus d'autonomie requis pour l'usage privé d'un véhicule. Troisièmement, l'expérience acquise avec les systèmes déjà électrifiés comme le métro, le tram et trolleybus.

Quels sont les défis à relever ? Où et comment opérer la transition énergétique en priorité, minibus, bus standard, bus articulés à grande capacité, BHNS¹ ? Comment introduire les bus électriques en respectant les contraintes d'exploitations (horaire, places disponibles, rapidité, confort, sécurité, fiabilité, coût), utiliser les opportunités de l'électrification et gérer l'évolution autour des métiers de la maintenance?

L'arrivée du bus électrique comme moyen de transport de masse est à considérer au-delà du changement technologique du véhicule, c'est un système avec une infrastructure. Cependant, la mission reste la même, transporter des passagers pas des tonnes de batteries. C'est peut-être le plus grand défi de la transition énergétique. Selon le système choisi, le recyclage des batteries va de 100 kg/an à plus de 1 tonne par année et par bus. Le biberonnage, en alimentant le bus sur son parcours offre une solution économique (déjà au même niveau que le trolleybus) et respectueuse de l'environnement qui puise aussi bien dans les hautes technologies que dans le savoir-faire des exploitants. Il permet de s'adapter à l'autonomie propre à son usage urbain et évite un surdimensionnement pour un Paris-Orléans ou Zurich-Berne.

Un marathonien se ravitaille en chemin pour courir longtemps, le poids est aussi son ennemi. La portée du véhicule est un paramètre, de loin pas le plus important en transport public urbain.

L'électricité, du rail à la route

Après le rail, la route vie sa mutation, du minibus au grand bus articulé offrant une capacité jusqu'à 200 passagers, du bus se faufilant dans le centre-ville historique au bus bi-articulé de grande capacité roulant sur voie réservée réduisant ainsi les temps de parcours. Cette offre s'intègre dans la démarche Smart City et Smart Mobilité². Plus personne ne remet en question le mode de propulsion des trains, métro et trams.

¹ Bus à haut niveau de service ou BRT (Bus Rapid Transit). Bus circulant en site propre ou voies dédiées

² En juin 2014, ABB a reçu le Smart Award de la catégorie Smart Mobilité décerné dans le cadre de SGPARIS2014

L'électricité est une évidence. Cependant, les coûts d'investissement en infrastructure, les travaux et la présence d'une ligne aérienne de contact demandent une analyse détaillée avant de passer à l'action. L'expérience du trolleybus, le bus électrique qui roule depuis plusieurs décennies, que certains qualifient de petit tram, se retrouve ainsi confiné aux villes l'ayant déjà adopté. L'apparition de technologies de batteries à recharge ultra rapide, confère aux bus électriques un avenir sérieux.

Choix observés et critiqués

L'origine de l'électricité, l'utilisation des matières premières dans les batteries et leur recyclage sont débattus largement et souvent avec passion. Les pannes et retards aussi bien que les choix des systèmes de transport exposent les opérateurs, les autorités organisatrices de transports publics et les politiques aux regards critiques des usagers, de l'expert et de la presse. L'origine de l'électricité ne sera pas abordé ici, mais retenons à ce stade que si la batterie est rechargée uniquement en mode désynchronisé du service, c.-à-d. de nuit au dépôt en 4 à 6 heures, l'infrastructure au dépôt doit être dimensionnée en conséquence (un chargeur de forte puissance par bus) et l'énergie d'origine solaire est à exclure. A contrario, un bus étalant sa consommation sur la journée offrira plus de flexibilité.

L'expérience transversale comme levier de solutions

Bien placés, les opérateurs de solutions électriques comme le métro, le tram ou le trolleybus sont au fait des enjeux liés à l'existence d'une infrastructure et demandent des technologies au service de l'exploitation. Une collaboration transversale d'expérience permettant à l'opérateur bus de bénéficier du savoir-faire de ses confrères opérant métro, tram voir trolleybus est une des clés d'une transition réussie. Les défis sont nombreux, prendre confiance en la propulsion électrique et ainsi de ne pas tomber dans le piège du surdimensionnement pour fonctionner en mode autonomie propre au diesel, de maîtriser le déploiement et la gestion d'infrastructure même légère en dehors du dépôt, de remettre en question ses schémas de maintenance, d'allonger la durée de vie des équipements et de gérer le changement des compétences techniques au dépôt.

Rouler léger, c'est bon pour la ligne

Un bus électrique ne doit pas obligatoirement signifier, un véhicule lourd, moins de places passagers et surtout consommant une tonne-équivalent voire plus de batterie par année. Imaginez une grande ville avec une flotte de 5'000 à 10'000 bus électrique. Si l'autonomie est le choix de l'exploitant, ce sera autant de tonnes de déchets à recycler par an.

Sur ce dernier point et avant le franchissement d'un nouveau palier concernant la densité énergétique des batteries dans les 20 ans à venir, l'évolution va se concentrer sur la diminution des coûts, des pertes sur la plage de température de fonctionnement et la gestion intelligente de ces dernières. Il est illusoire de penser que le poids des batteries va changer rapidement de manière significative dans les prochaines années. En résumé, une petite batterie offrant un très grand nombre de cycles et alimentée de manière optimale restera longtemps, voire deux générations de bus, un élément clé d'un système en accord avec les principes et les attentes du développement durable. Ne créons pas un problème déchet pendant que nous résolvons celui des émissions polluantes.

Le poids et le volume ont toujours été l'ennemi des transports, ils sont toujours facteur d'augmentation de la consommation d'énergie et d'usure des infrastructures routières. Pourquoi devrions-nous accepter de fatiguer la chaussée inutilement si d'autres solutions existent ? Pourquoi devrions-nous faire des exceptions³ de charge à l'essieu pour les bus électrique ? C'est aussi une économie en temps et d'argent pour les chantiers que cela occasionne.

³ Code de la route Article R312-4 point IV

Le biberonnage pour une mobilité durable

Si nous voulons un bus à haute efficacité énergétique, transportant beaucoup de passagers et respectueux des ressources naturelles, nous avons compris qu'une petite batterie est nécessaire. Bien-sûr cela implique d'effectuer des recharges ponctuelles à forte puissance pendant le service. Ces dernières sont effectuées en temps masqué pendant que les passagers descendent et montent dans le bus lors des arrêts. Différents concepts existent, par le haut ou le bas, avec ou sans contact, très rapidement en 15 secondes à quelques arrêts le long du parcours ou exclusivement aux terminaux pendant un temps plus long de quelques minutes.

Dans le projet TOSA de bus articulé 100% électrique de grande capacité (133 passagers) en service à Genève depuis le 26 mai 2013 avec les tpg⁴, nous avons opté pour le transfert automatique à haute puissance par le haut et par contacts. Ce choix permet d'éviter tout compromis sur l'exploitation (vitesse commerciale, temps aux arrêts et terminus) et d'offrir toute la surface du plancher bas aux passagers.

Techniquement, cela implique l'établissement de la connexion à l'infrastructure en moins d'une seconde, de recharger pendant les 15 secondes à la puissance de 400 kW ou plus tous les 3 ou 4 arrêts le long du parcours et à 200 kW en 3 à 4 minutes aux terminus. Le 12 mars 2014, le Conseiller d'Etat en charge du transport a annoncé que des bus TOSA rouleront sur la ligne 23 en 2017⁵.

Bien-sûr cela nécessite des infrastructures, sans rapport avec celles des trolleybus car uniquement sur quelques arrêts tout au long de la ligne. Les urbanistes savent relever les défis de l'intégration de ces équipements.

Transporter des passagers pas des batteries

Le défi est clair, offrir des places, de la fréquence et de la vitesse. Les métros sont alimentés en permanence, certaines nouvelles lignes de trams ont déjà adopté une partie du tracé sans ligne de contact en utilisant des batteries qui se rechargent le long du parcours et les bus électriques vont suivre la même voie. Si les minibus (20 à 50 passagers) peuvent être considérés comme de grandes voitures ou des véhicules légers dérivés de l'automobile, il n'en est pas de même pour les bus de ligne standards (70 à 90 passagers) et surtout les bus articulés (110 à 200 passagers). Pour imaginer des solutions pour ces derniers, il faut réfléchir au niveau système.

Des hommes audacieux opéreront la transition énergétique

La transition énergétique est synonyme de gestion du changement. C'est une affaire d'hommes, de compétences et de collaborations entre les services et avec les partenaires industriels. L'expertise électrique existe (train, métro, tram et trolleybus) et doit être mise en commun pour aborder le transport public de masse sur pneu avec ses spécificités qui facilitent grandement cette transition en comparaison à la voiture électrique.

Le biberonnage, ça marche dans les transports publics

Deux points importants sont à retenir, l'autonomie et le taux d'usage. Même s'il ne parcourt que 40 km par jour, l'automobiliste souhaite au minimum avoir une autonomie de cinq à dix fois cette valeur. C'est l'anxiété de l'autonomie. Dans le transport public, cette dernière n'existe pas car la distance et le parcours sont connus très précisément. Cette différence est une opportunité d'optimisation et d'éviter le surdimensionnement de la batterie. L'unité de base à considérer n'est pas la journée, mais l'autonomie minimum nécessaire pour assurer le service en cas de défaillance de points d'alimentation et la distance à

⁴ tpg: transport public genevois

⁵ Tribune de Genève, 11 mars 2014 : <http://www.tdg.ch/geneve/circulation-en-ville/ici-trois-ans-bus-tosa-rouleront-ligne-23/story/29820398>

parcourir « haut le pied⁶ » pour rentrer au dépôt. Une autonomie de 15 à 40 km est largement suffisante et permet d'avoir une flotte de bus homogène pouvant être opérée sur n'importe quelle ligne. La réduction de poids et l'augmentation de places liées à l'utilisation d'une petite batterie s'appuient sur une infrastructure légère et mutualisée. C'est l'effet réseau, bénéfique pour les investissements, lorsque plusieurs lignes desservent un même arrêt de bus. Selon les quartiers de la ville, il faut raisonner en concentration de l'ordre de 1 à 2 points de recharge automatique par km².

La comparaison des taux d'usage est sans équivalent. Un bus roule de 10 à 18 heures par jour et effectue 40'000-60'000 km par an contre 12'500 km pour une voiture. Ainsi le gain sur l'écart de coût de l'électricité et du gazole est un levier très intéressant pour le retour sur investissement.

En forme de conclusion, grâce au biberonnage, il est possible de faire passer de 10kg à 1kg par an la quantité de batterie équivalente à recycler par année pour chaque place offerte. C'est aussi 15% à 30% de passagers en plus par bus et environ 10% d'économie d'énergie en raison du poids à vide du véhicule.

Economiquement, la solution est déjà au même niveau qu'un système trolleybus. Grâce à la réduction du prix des batteries, le biberonnage sera compétitif vis-à-vis des bus diesel.

Pour de plus amples informations, contacter :

ABB France
Directeur du développement d'ABB France
Bernard Badin
Tél. : +33 (0)4 37 40 42 64
Mail : bernard.badin@fr.abb.com

⁶ Haut le pied : Hors service ou sans voyageur