

Un bus qui se recharge sur le parcours

Pour la première fois en Suisse, les Transports publics genevois utilisent un bus articulé à batterie pour le transport urbain des personnes. Une batterie de petite taille, donc légère, fournit l'énergie d'entraînement. Elle se recharge rapidement sur le parcours, c'est-à-dire lorsque le bus laisse monter et descendre des passagers aux arrêts. Le courant pour l'exploitation du nouveau bus électrique provient de sources renouvelables.



«Nous ne voulons pas transporter des batteries mais des gens», affirme Olivier Augé, chef de produit et responsable de l'innovation chez le groupe technologique ABB. Photo: élément p

Benedikt Vogel, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)

L'électromobilité est sur toutes les lèvres. Elle se heurte toutefois à des limites sur les grandes lignes de bus pour le transport urbain de personnes: un bus articulé conventionnel à trois axes avec 134 places assises et debout a un poids à vide de 20 t et un poids maximal autorisé de 30 t. Si ce bus était équipé d'une batterie capable de l'alimenter une journée entière en courant, cette dernière devrait peser au moins 9 t. Le bus serait alors si lourd qu'il n'y aurait plus suffisamment de place

pour les passagers. C'est pourquoi la Suisse n'a pas encore mis en service des bus équipés de batteries.

À une exception près: depuis quelques mois, un tel bus circule à Genève sur un parcours test de 1,8 km entre l'aéroport et le centre des congrès Palexpo. Ce bus articulé a la taille habituelle et peut transporter autant de passagers que les autres. Toutefois, la batterie qui fournit le courant pour le fonctionnement des deux moteurs électriques ne pèse que 1040 kg. «Nous n'avons pas l'intention de transporter des batteries, mais des gens», dit

2 Un bus qui se recharge sur le parcours

Olivier Augé, chef de produit et responsable de l'innovation chez le groupe technologique ABB qui a conçu la batterie et le système de chargement correspondant. Ainsi, un bus électrique qui ne puise pas l'énergie d'un caténaire mais d'une batterie circule pour la première fois en Suisse. Sa vitesse maximale est de 85 km/h.

Le processus de chargement

Le bus articulé genevois peut transporter le nombre habituel de passagers. Et ce, avec une batterie qui pèse 1 t au lieu de 9 et peut accumuler seulement 38 kWh de courant et non 1000 kWh. Pour que le bus puisse fonctionner avec un si petit accumulateur, il doit être rechargé sans cesse lorsque le bus électrique effectue son circuit. Pour cela, des stations de chargement sont disponibles à certains arrêts. Elles permettent de recharger la batterie lorsque le bus laisse monter et descendre des passagers. Le «biberonnage» dure seulement 15 secondes: lorsque le bus s'arrête, une tête de connexion placée sur son toit s'élève automatiquement, s'insère dans le rail aérien de recharge et pompe du courant. Grâce à une puissance de 400 kW, la batterie peut puiser une quantité respectable de 1,7 kWh de courant en 15 secondes (voir encadré).



De telles stations de chargement sont nécessaires pour que le bus électrique puisse recharger sa batterie aux arrêts sélectionnés. Photo: ABB

Afin que le bus ait toujours suffisamment d'énergie à bord, une «station de chargement flash» doit être disponible tous les trois ou quatre arrêts. L'essai pilote genevois a lieu sur



Le bus dispose d'une batterie qui se recharge pendant les arrêts. Pour cela, il se raccorde à une station de chargement (visible sur le toit du bus). Photo: ABB

3 Un bus qui se recharge sur le parcours

un parcours test de 1,8 km entre l'aéroport et Palexpo. C'est pourquoi deux stations de recharge suffisent dans ce cas. Le bus circule sur ce parcours trois à quatre fois par semaine depuis mai 2013. Durant cette période, on a pu constater que la technique de chargement ne fonctionne pas seulement en laboratoire, mais également sur le terrain.

Une portée suffisante

L'essai pilote de Genève s'arrêtera en mars



Le bus s'arrête, un balai conducteur se déplace automatiquement vers son toit, passe sur un rail de chargement au-dessus de l'arrêt de bus et y pompe du courant. Photo: ABB

2014. Olivier Augé est satisfait des résultats: «Le processus de chargement fonctionne de manière fiable et toute l'infrastructure de chargement a réussi le test pratique.» Lors de l'essai, le bus a consommé de 1,5 à 3,5 kWh d'électricité par kilomètre en fonction du profil du trajet, du nombre de passagers et du temps. Les conditions météorologiques jouent un rôle dans la mesure où le bus est chauffé de manière électrique lorsqu'il fait froid et climatisé lorsqu'il fait chaud. La bat-

terie lithium-oxyde de titane, refroidie à l'eau, a une capacité de chargement de 38 kWh, mais n'en fournit de facto que 26,6. En effet, elle se décharge jusqu'à 30 ou 40% de sa capacité au maximum, ce qui devrait lui permettre d'atteindre une durée de vie de dix ans. Grâce au rechargement répété, le bus dispose d'une portée suffisante et de la réserve requise. Et ce avec une batterie seulement deux fois plus grosse que celle d'une voiture électrique de classe moyenne en termes de capacité énergétique.

«Jusqu'à présent, nous sommes très satisfaits du bus», conclut Thierry Wagenknecht, directeur technique des Transports publics genevois (TPG), qui tire un premier bilan positif du projet. «La collaboration avec les partenaires est excellente.» Le projet s'appelle Tosa, sigle qui correspond aux initiales des quatre partenaires: les TPG, l'Office de promotion des industries et des technologies (OPI), les Services industriels de Genève (SIG) – qui exploitent le réseau électrique genevois – et ABB. L'Office fédéral de l'énergie (Ofen) apporte une contribution financière et conseille les partenaires du projet.

Genève mise sur l'électromobilité

La flotte de véhicules des Transports publics genevois comprend aujourd'hui 210 bus à moteur Diesel, 90 trolleybus et plusieurs centaines de trams. «Notre objectif à long terme est d'atteindre une électromobilité de 100 %», affirme Thierry Wagenknecht. «Différentes voies peuvent mener à cet objectif. Tosa en est une.» Les TPG expérimentent actuellement avec le canton de Genève la manière dont le bus à chargement rapide pourrait être utilisé sur une ligne de bus complète. «La décision dépendra du résultat définitif de l'essai pilote en cours, mais elle doit également tenir compte des questions concernant la planification des transports et du financement», indique M. Wagenknecht.

Le projet pilote genevois soulève un grand intérêt dans les sociétés de transports publics, tant en Suisse qu'à l'étranger. Les TPG reçoivent

vent sans cesse des délégations qui souhaitent se renseigner sur ce modèle d'électromobilité urbaine. La société ABB voit ainsi s'ouvrir un marché mondial pour son système de chargement, qui devrait être commercialisable dès 2015. D'ici là, elle doit en poursuivre le développement. Il est question d'augmenter la capacité de chargement de la batterie, pour la faire passer de 38 à 50 et 80 kWh. Selon Olivier Augé, les montants engagés prouvent que les coûts d'investissement pour les bus et l'infrastructure de chargement ne sont pas plus élevés que l'aménagement d'une nouvelle ligne de trolleybus avec caténaires. Si l'on prend en considération la durée de vie plus longue des bus électriques (ce qui prolonge d'autant la période d'amortissement), les frais de maintenance réduits du groupe de propulsion électrique et la diminution des coûts liés à la consommation d'énergie, le système peut même se mesurer aux systèmes de bus à moteur Diesel, selon Augé.

Une alternative avec des avantages et des inconvénients

Dans la mesure où la construction de caténaires est souvent vue d'un œil critique et que les autorisations nécessaires ne sont obtenues qu'en luttant contre la résistance, le bus à batterie pourrait présenter une alternative salubre. Par ailleurs, ce véhicule se base sur sa propre technologie qui n'est pas comparable avec celle des trams, des trolleybus, des bus Diesel ou des métros. Les sociétés de transports publics qui opteront pour cette nouvelle technologie devront par conséquent adapter leurs dispositifs d'entretien et assurer les formations nécessaires, ce qui peut engendrer des dépenses supplémentaires.

Le projet Tosa peut apporter une contribution importante au développement de l'électromobilité. «Encore une fois, les accumulateurs constituent le point crucial. Nous sommes curieux de voir si la durée de vie espérée sera atteinte avec les hauts courants de charge», souligne Martin Pulfer, responsable du programme de recherche Transports à l'Ofen. Il est également concevable que les

expériences de Tosa soient effectives dans d'autres contextes. Ainsi, les Transports publics genevois souhaitent utiliser les accumulateurs d'énergie à l'avenir pour alimenter les trolleybus en courant de secours à partir de batteries et récupérer l'énergie de freinage des trams avec des *supercaps*.

- » Pour obtenir des informations supplémentaires, s'adresser à Martin Pulfer (martin.pulfer[at]bfe.admin.ch), chef du programme de recherche Transports à l'Ofen.
- » Vous trouverez d'autres articles spécialisés concernant les projets de recherche, pilotes, de démonstration et phares dans le domaine de transport sur le lien suivant: www.bfe.admin.ch/CT/transport

Des stations de chargement performantes

Plus le temps de chargement est court, plus la puissance doit être élevée pour procurer à une batterie une certaine quantité d'énergie. Le bus à chargement rapide absorbe beaucoup d'énergie en très peu de temps lors du flash charging. Cela représente un défi pour l'infrastructure de chargement. En effet, les puissances de pointe disponibles sont limitées là où les stations de chargement sont raccordées au réseau urbain de basse tension. Afin que le réseau électrique ne doive pas être renforcé spécialement pour les stations de chargement, des *supercaps* (supercondensateurs) sont installés dans les stations de chargement. Ce sont des accumulateurs électriques qui peuvent être chargés et déchargés particulièrement vite. Les *supercaps* puisent la puissance du réseau (50 kVA) pendant deux minutes et demie avant que le bus arrive à l'arrêt, puis la transmettent à la batterie du bus pendant que les passagers montent et descendent.

Tandis que les stations de chargement situées le long de la ligne fournissent 400 kW, il suffit 200 kW aux terminus. Du fait que les bus y restent plusieurs minutes, le processus de chargement peut s'effectuer plus lentement. Dans ces arrêts, on peut «pomper» 13 kWh en quatre minutes. Les stations de chargement sont d'ailleurs conçues de telle sorte qu'elles ne sont chargées en courant que lorsque le bus est raccordé. BV