

Problématique : la solution d'alimentation du bus Watt System est-elle valide ?



Le bus Watt System de la société PVI à l'aéroport de Nice

1. Présentation

L'Aéroport Nice Côte d'Azur expérimente un service de bus électrique dit « à biberonnage » afin de réduire les nuisances et les pollutions tout en diminuant l'empreinte climatique. Ce système de recharge ultra-rapide, à faible émission de polluant, qui alimente le bus sur son parcours, représente une solution respectueuse de l'environnement.

L'innovation majeure du bus WATT System est le « biberonnage » du véhicule qui consiste à effectuer un transfert d'énergie à chaque station d'arrêt (**Totem**) vers le bus pendant le transfert des passagers. Cette opération lui permet de couvrir la distance qui le sépare du prochain arrêt. La solution technologique permettant de réaliser cette innovation dans les transports en commun est le supercondensateur dont l'avantage est de permettre une récupération d'énergie quasi instantanée.

Le système est constitué :

- d'un véhicule conventionnel de 12 mètres dont la chaîne de traction est 100 % électrique ;
- d'un système de stockage d'énergie embarqué à base de supercondensateurs permettant la recharge ultra-rapide du véhicule ;
- d'un Totem accolé au poteau d'arrêt, raccordé au réseau électrique et équipé de supercondensateurs, qui emmagasine l'énergie entre deux passages de bus ;
- d'un bras robotisé qui vient se connecter au véhicule, pour un transfert d'énergie du Totem vers le bus en 20 secondes environ.

Ce système permet de s'affranchir des limites imposées par les véhicules électriques à batteries en terme d'autonomie, tout en minimisant l'infrastructure urbaine par rapport à un système tramway (installation des rails, lignes aériennes...) et les besoins en énergie (utilisation du réseau électrique existant).

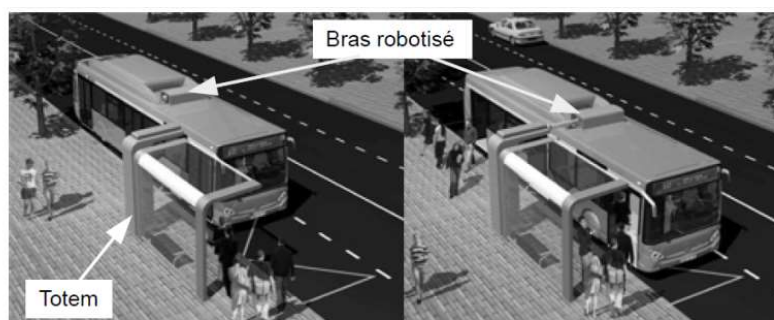


Figure 1 : sur la figure de gauche, le bus est en approche de la station ; sur la figure de droite, le bras robotisé est connecté au Totem et le bus se recharge

2. La solution technique d'alimentation : les supercondensateurs

À chaque arrêt, pendant le temps d'échange de passagers, de 20 secondes environ, un bras robotisé situé sur le toit du bus vient se raccorder automatiquement à un Totem accumulateur d'énergie intégré au mobilier urbain et alimenté par le réseau électrique standard (9 à 36 kVA). Le constructeur annonce que l'opération permet de recharger l'ensemble des modules de supercondensateurs du bus.

Une fois l'opération effectuée, le bus dispose d'une autonomie lui permettant de rejoindre l'arrêt suivant où le rechargement se fera à nouveau.

N°	Nom de l'arrêt	Totem installé	Distance parcourue par rapport à l'arrêt précédent (m)
1	Terminal 1	Oui	865 (par rapport à l'arrêt 8)
2	Coste & Bellontes	Non	
3	Gare routière	Non	
4	Parking P8	Oui	815
5	Parking P4	Oui	420
6	Parking P9	Oui	485
7	Terminal 2	Oui	845
8	Frêt	Oui	440
9	Pôle technique	Non	

Figure 2 : parcours de bus de l'aéroport de Nice

Question 1. À l'aide du tableau figure 2, **déterminer** la distance parcourue par le bus Watt System pour effectuer un tour, c'est à dire du terminal 1 au terminal 1. **Déterminer** le nombre de recharges pour un tour.

Question 2. Sachant que le bus parcourt un tour en 1741 s et que l'aéroport de Nice est ouvert de 5h30 à 22h30, **déterminer** le nombre de charges en une journée puis sur une année de 365 jours.

Le tableau suivant représente différentes solutions technologiques envisageables pour la réalisation de l'accumulateur (stockage de l'énergie).

Technologie	Énergie massique ($\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Nombre de charges maximal
Plomb-acide	40	400 - 800
Ni-MH (Nickel-Hydrure Métallique)	85	800 - 1 000
LMP (Lithium Métal Polymère)	110	1 000 - 2 000
Lithium-ion	180	500 - 1 000
Supercondensateur	7	1 000 000 - 2 000 000

Figure 3 : tableau comparatif des technologies d'accumulateurs

Question 3. En exploitant le tableau figure 3 et en prenant le nombre de charges maximal le plus défavorable, **calculer** la durée de vie (en années) des supercondensateurs et **comparer** avec la durée de vie d'un accumulateur LMP qui n'effectuerait qu'un cycle de charge par jour.

La consommation d'énergie par kilomètre d'un bus électrique équipé d'accumulateurs est généralement égale à $1\,200\text{ W}\cdot\text{h}\cdot\text{km}^{-1}$, cette consommation intégrant l'énergie motrice et les servitudes du bus (éclairage, chauffage, climatisation...). Cette valeur a conduit les concepteurs à déterminer l'énergie E_{base} nécessaire au bus pour relier les deux stations les plus éloignées : $E_{\text{base}} = 1,038\text{ kW}\cdot\text{h}$.

Question 4. Sachant qu'un bus équipé d'accumulateurs LMP parcourra 136 km par jour avant de se recharger, **calculer** en exploitant les données du tableau figure 3 la masse de la batterie. **Comparer** avec la masse de supercondensateurs permettant de couvrir la plus grande des distances entre deux stations (tableau figure 2).

Question 5. **Conclure** sur les critères de choix du constructeur d'utiliser la technologie des supercondensateurs en comparaison des autres technologies d'accumulateur.