



# Les résultats

BULLETIN D'INFORMATION SUR LA MISE À L'ESSAI DES BUS HYBRIDES À LA STM

NUMÉRO 2 — JUIN 2009

## Conclusion

Après un an d'essais en service clientèle, les résultats de l'expérimentation démontrent l'efficacité de la propulsion hybride biodiesel-électrique à réduire les émissions de GES.

Les principaux constats de l'étude sont à l'effet que selon les conditions en vigueur à la STM, l'autobus hybride consomme environ 20 litres/100 km de moins que le bus standard lorsque le nombre d'arrêts par kilomètre varie entre deux et dix et que sa vitesse moyenne se maintient à près de 18 km/h.

Le temps froid a une influence plus grande sur la consommation de carburant du bus hybride. À 18 km/h, elle augmente de 16 % lorsque la température extérieure passe de + 15 °C à - 15 °C. Pour le bus standard, elle varie à peine de 2 %. Malgré cela, le bus hybride consomme moins que le bus standard par temps froid et demeure plus écologique.

La consommation de carburant est influencée par l'accélération exigée au bus standard. Une accélération agressive génère une consommation de carburant 42 % plus élevée qu'une accélération douce lorsqu'il s'agit du bus standard. Cette variation est de l'ordre de 18 % pour le bus hybride.

Enfin, au terme d'une année complète de circulation sur les mêmes lignes, les bus hybrides ont consommé 30 % moins de carburant que les bus témoins.

## La propulsion hybride biodiesel-électrique à la STM

Le volet du Programme de démonstration en transport urbain (PDTU) mené par la STM consistait à mesurer l'impact environnemental des bus à propulsion hybride biodiesel-électrique en les comparant à des bus à propulsion diesel standard.

Avec huit bus hybrides biodiesel-électrique et 6 bus standards à l'essai d'avril 2008 à mars 2009, l'expérimentation de la STM a permis de constater que le recours à des bus hybrides contribue à réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre (GES).

De plus, ce programme de démonstration a permis d'évaluer si le bus à propulsion hybride s'adapte bien aux conditions climatiques variables à Montréal.



Imprimé au Québec sur papier fait de fibres recyclées post-consommation à 100 %

09002-1873 JG



Transports Canada / Transport Canada

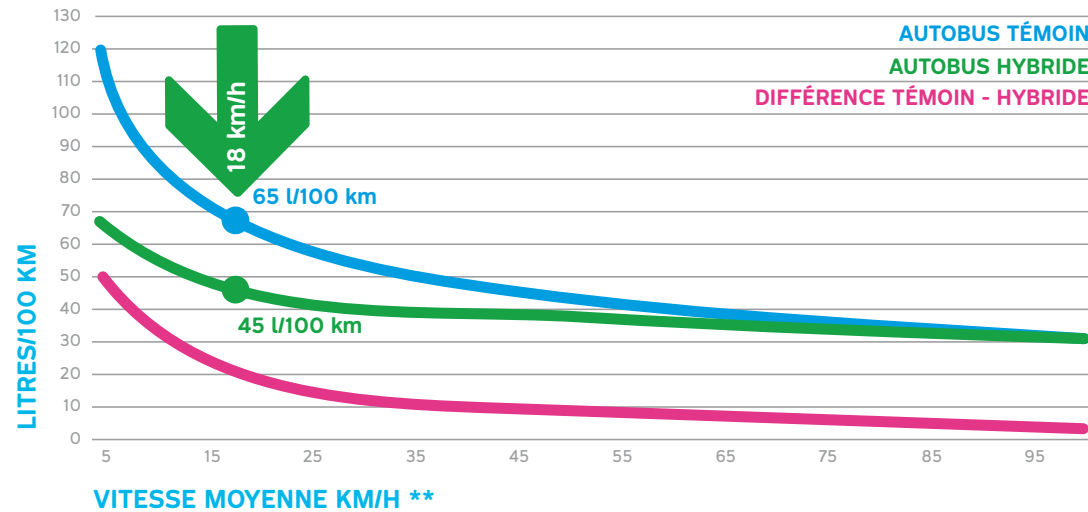
Transports Québec



## La technologie hybride et la consommation de carburant

Lors des essais en service sur la route, la vitesse moyenne, le nombre d'arrêts par kilomètre, la température extérieure, le type et la force d'accélération sont quelques-uns des facteurs analysés à l'aide d'outils colligeant plus de 20 milliards de données multiples. Ces facteurs variables ont également été analysés en fonction de la consommation de carburant. Le tableau suivant illustre la consommation de carburant en fonction de la vitesse moyenne des bus hybrides et des bus standards.

### CONSOMMATION DE CARBURANT DES AUTOBUS EN FONCTION DE LA VITESSE MOYENNE \*



\* Autobus NOVA BUS 2008 = la consommation du système de chauffage d'appoint n'est pas incluse.

\*\* Incluant le temps d'arrêt avec moteur en marche. La vitesse moyenne hors tout de la STM est environ 18 Km/h.

## ...en matière de réduction des émissions de GES

La réduction des émissions de GES est directement proportionnelle à la réduction de la consommation de carburant. Avec l'hypothèse qu'un bus parcourt annuellement une distance de 70 000 km, on constate une réduction de 36 tonnes de GES par bus hybride. Bien qu'un bus hybride émette 5 % plus d'oxydes d'azote (NOx) qu'un bus standard, il émet 36 % moins de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). De plus, les moteurs de nos bus acquis depuis 2008 n'émettent pas de quantités significatives de particules, ni d'hydrocarbures totaux (HCT).

Cette réduction annuelle de 36 tonnes de GES équivaut au retrait de la route de plus de sept automobiles. En effet, une automobile qui roule 20 000 km/année produit environ cinq tonnes de GES par année.

## ...et la satisfaction des employés et des clients

Les chauffeurs de la STM apprécient conduire les bus hybrides. La réduction du niveau de bruit et la douceur de roulement constituent deux avantages fort prisés des chauffeurs. Ils estiment aussi que le bus à propulsion hybride contribue à protéger l'environnement et ils souhaitent un nombre plus élevé de ce type de véhicule dans le parc de la STM.

Quant aux clients qui ont voyagé à bord des bus hybrides, ils reconnaissent le fait que ce mode de propulsion est plus silencieux et qu'il roule plus en douceur. Les clients qui en ont entendu parler sont d'avis que le bus à propulsion hybride contribue à protéger l'environnement.

BUS STANDARD  
NOVA BUS MODÈLE  
APS 2008

Vitesse 18 km/h  
Consommation de carburant :  
65 litres/100 km

BUS HYBRIDE  
NOVA BUS  
MODÈLE APS 2008

Vitesse 18 km/h  
Consommation de carburant :  
45 litres/100 km

## RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION DE CARBURANT : 20 LITRES/100 KM SOIT 30 %

Lorsque la vitesse tend vers 100 km/h, les deux types de bus consomment une quantité similaire de carburant.

## Autres observations :

Le type d'accélération a beaucoup moins d'influence sur la consommation de carburant du bus hybride que sur le bus standard.

Lorsque l'accélération est grande, la réduction de consommation du bus hybride par rapport à celle du bus standard est à son meilleur.

Lorsque l'accélération demandée est faible, tous les bus réduisent leur consommation. Cependant, le bus hybride garde tout de même l'avantage.



Le système de ventilateurs électriques à bas voltage (1) a été installé sur le côté extérieur du radiateur d'un bus hybride et d'un bus standard de la STM. Sur le toit du bus hybride, une section de refroidissement pour l'huile (2) de la transmission hybride a été ajoutée.

## Au-delà de la technologie hybride deux solutions technologiques prometteuses

Grâce aux techniques d'analyses développées dans le cadre de ce projet, l'équipe d'ingénierie de la STM a évalué deux solutions technologiques dont les vertus environnementales prometteuses restaient à démontrer :

- La ventilation à moteur électrique à bas voltage (plutôt que la ventilation à moteur hydraulique) pour refroidir le moteur.
- La programmation optimisée de la transmission du bus standard avec le logiciel « Topodyn ».

Deux jours d'essais sur la route ont été requis pour installer la programmation « Topodyn » sur la transmission du bus standard. Au cours de ces essais, la programmation a été calibrée et optimisée en fonction des conditions opérationnelles de la STM.

Les effets de la programmation « Topodyn » sont les suivants :

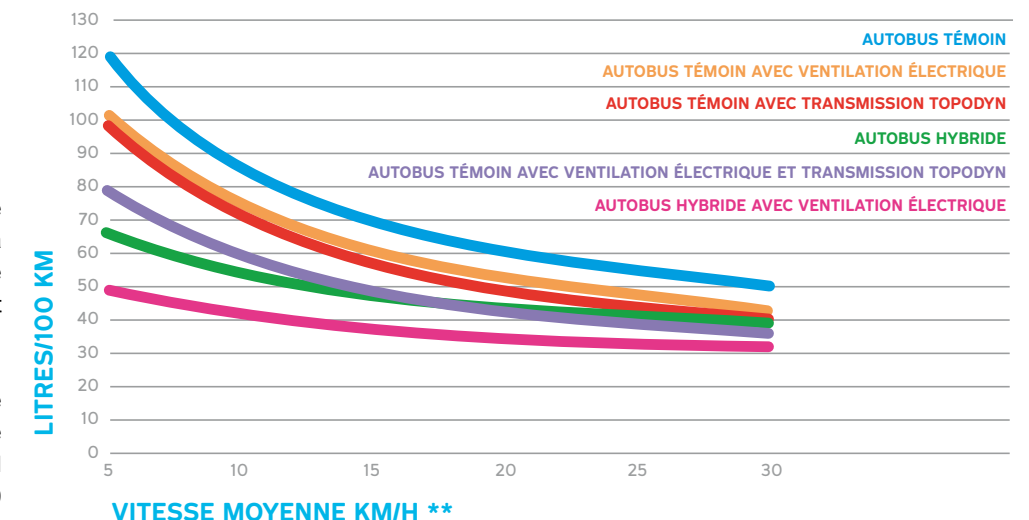
- Elle assure une accélération en douceur.
- Elle augmente la température et la pression de combustion du carburant qui se traduit par une réduction de la consommation.

## Impact sur la consommation de carburant et la réduction des GES

Sur le bus standard, la ventilation électrique et la programmation optimisée de la transmission (Topodyn) permettent une réduction de consommation de carburant de 31 %.

Sur le bus hybride, la ventilation électrique permet de réduire la consommation de carburant d'environ 22 %. Ce qui le rend ainsi plus économique de près de 20 % par rapport au bus standard équipé de la ventilation électrique et de la programmation « Topodyn ».

### ESSAIS DE LA VENTILATION ÉLECTRIQUE ET DE LA PROGRAMMATION DE LA TRANSMISSION SUR LA CONSOMMATION DE CARBURANT \*



\* À noter que le bus hybride n'a pas de transmission mécanique.

\*\* Incluant le temps d'arrêt avec moteur en marche. La vitesse moyenne hors tout de la STM est environ 18 Km/h.