

SNCF  
SGRDD-Bibliothèque  
45, rue de Londres  
75379 PARIS CEDEX 08  
(PARIS SAINT-LAZARE)  
Tél. 01 53 42 90 11

REFERENCE

**FER045766**

CAHIER

**172**

3409

## **Transport public international**

vol. 53, 04/2004, juillet 2004, pp. 20-33, phot. coul., fig. - (REVUE) - S/C : 0706

L'autobus sur la bonne voie : Carburants.

JFS

## Les autobus face à l'alternative des carburants propres

Fritz Machala, Chef d'exploitation, Autobus, Wiener Linien GmbH & Co KG, Autriche

*Ces dernières années ont vu défiler un flux ininterrompu de technologies de motorisation et de carburants innovants susceptibles de rendre nos flottes d'autobus totalement inoffensives pour l'environnement. Ces développements ainsi que les efforts consentis par les exploitants de lignes d'autobus pour répondre aux attentes des usagers et des milieux politiques soucieux d'avoir des autobus inodores, peu bruyants et exempts de tout rejet toxique (p. ex. microparticules) ou polluant, viennent en permanence alimenter le débat sur les possibilités réelles offertes par ces innovations et sur la question de leur financement. En outre, la Commission européenne a défini un plan d'action qui vise à remplacer, d'ici 2020, 20 % des carburants classiques, comme le gazole ou l'essence, par des carburants alternatifs. Toutefois, ce même plan d'action constate par ailleurs que seuls trois groupes de carburants alternatifs pourraient d'ici là couvrir quelque 5 % du volume de consommation total de carburant. Il s'agit des biocarburants, du gaz (principalement le gaz naturel comprimé) et de l'hydrogène (utilisé dans les piles à combustibles mais également comme carburant dans les moteurs à allumage commandé).*

### Moteurs diesels

Soumis à des normes d'émission de plus en plus contraignantes, les moteurs diesels font en permanence l'objet de perfectionnements. Ce développement constant profite de manière non négligeable aux exploitants d'autobus car les systèmes de motorisation des poids lourds appartiennent à la même famille de produits que ceux qui équipent les autobus, une paren-

té qui permet de réduire considérablement les coûts de développement répercutés sur la clientèle. Ainsi, le passage de la norme EURO II à la norme EURO III n'a renchéri le coût de fabrication des moteurs que de 2% par le simple jeu des économies d'échelle. L'adaptation aux normes EURO IV et EURO V entraînera cependant une nouvelle augmentation des coûts. Toutefois, pour adapter ses autobus à des normes d'émission plus contraignantes, l'exploitant ne doit pas nécessairement renouveler l'ensemble de sa flotte. Souvent, il lui suffit de remplacer les filtres par des modèles plus récents. Le tableau 1 énumère les coûts de ces diverses modifications.

L'on prétend que dès l'année prochaine, les moteurs diesels seront conformes à la norme EURO V, une affirmation sujette à caution car certains problèmes techniques doivent encore être maîtrisés.

### Motorisations alternatives

#### Les bus au gaz

Bien entendu, l'utilisation de carburants alternatifs ou de technologies de motorisation innovantes se traduit par un coût supplémentaire pour les exploitants d'autobus. C'est pourquoi la conversion totale ou partielle d'une flotte ne doit être envisagée que si l'entreprise concernée est assurée du soutien financier de la municipalité. Ce surcoût provient non seulement du prix plus élevé des véhicules eux-mêmes mais aussi de la nécessité d'implanter des installations de ravitaillement en carburant, des équipements de sécurité supplémentaires et des installations de nettoyage des filtres. Pour cette raison, il est bon que les décisions d'investissement tiennent compte des développements techniques prévisi-

TABEAU 1: COÛT D'INSTALLATION D'UN SYSTÈME MODERNE DE FILTRAGE DES ÉMISSIONS

Système de filtrage	Prix
CRT (Continuously Regenerating Trap)	± 5.000 EUR
CRT + EGR (Exhaust Gas Recirculation)	± 14.000 EUR
SCRT (Selective Catalytic Reduction Trap)	± 10.000 EUR
Installation de nettoyage des filtres	± 25.000 EUR

Source: Comité des Bus de l'UITP



Autobus au gaz à Nantes, France

bles afin d'anticiper la mise en conformité aux normes à venir et réduire ainsi fortement le risque d'un investissement improductif.

Le tableau 2 compare le surcoût lié à l'acquisition d'autobus de 12 m au GNC, au GPL et au gazole équipés de filtres de la nouvelle génération ainsi que le coût des nouvelles infrastructures nécessaires par rapport au coût des autobus diesels traditionnels.

Le gaz (qu'il s'agisse du GNC ou du GPL) revient nettement moins cher au litre que le gazole. En revanche, un autobus roulant au gaz consomme deux fois plus qu'un bus fonctionnant au gazole. Dès lors, pour pouvoir exploiter rentablement une flotte d'autobus au gaz, il est indispensable que l'entreprise soit assurée de la coopération des fournisseurs de carburants et du soutien financier de la municipalité.

Signalons encore, à propos des bus au gaz, que ce sont les moteurs fonctionnant au GNC qui offrent les meilleures perspectives en termes de parts de marché. Celle du GPL ne devrait pas, quant à elle, dépasser 5%.

## Les bus électriques

Les bus électriques ou hybrides équipés d'un réservoir d'énergie embarqué ne constituent pas encore une alternative totalement crédible en raison, principalement, de leur prix jusqu'à 50% plus élevé que celui d'un bus diesel classique. A cet inconvénient viennent s'ajouter une autonomie sensiblement plus réduite, la faible durée de vie des batteries, une capacité d'accueil limitée et un poids sensiblement plus élevé. A lire ces lignes, on pourrait penser qu'un trolleybus, qui ne présente pas ces inconvénients, pourrait être exploité en harmonie totale avec l'environnement si le courant nécessaire à son fonctionnement était produit à partir de sources d'énergie renouvelables. Malheureusement, ce type de véhicule coûte deux fois plus cher à l'achat qu'un bus diesel.

A l'heure actuelle, les autobus fonctionnant à l'aide de piles à combustible ne sont pas encore disponibles à un prix abordable. Ainsi, l'exploitation d'un de ces véhicules pendant deux ans dans le cadre du projet CUTE (voir article p.28) a coûté la bagatelle de 1,25 million d'euros. Considérant le fait que les exploitants recherchent des produits accomplis vendus à des prix raisonnables et dont le coût du cycle de vie n'est pas beaucoup plus élevé que celui d'un autobus classique, on peut

**TABEAU 2: SURCÔÛT DES AUTOBUS GNC, GPL ET DIESELS DE 12 MÈTRES ÉQUIPÉS DE FILTRES DE LA NOUVELLE GÉNÉRATION, ET CÔÛT DES NOUVELLES INFRASTRUCTURES NÉCESSAIRES**

	CNG	LPG	Diesel + CRT	Diesel + SCRT
Véhicule (par véhicule)	± 40.000 euros	± 30.000 euros	± 5.000 euros	± 10.000 euros
Station de ravitaillement en carburant*	± 0,3 - 0,6 millions d'euros	± 0,22 millions d'euros	-	-
Equipements de sécurité*	± 0,03 - 1 millions d'euros	± 1 millions d'euros (150 bus)	-	-
Install. de nettoyage des filtres*	-	-	± 25.000 euros	± 25.000 euros

Source: Comité des Bus de l'UITP - \* pour un dépôt



Autobus à pile à combustible à Stockholm, Suède

considérer que les autobus à hydrogène n'en sont pour l'instant qu'au stade de projet.

## Aspects organisationnels

L'exploitant qui envisage de recourir aux carburants alternatifs afin de rendre sa flotte d'autobus moins polluante, doit également penser à adapter les processus organisationnels et logistiques de ses dépôts. A chaque type de motorisation correspondent en effet des intervalles de maintenance et des travaux d'entretien différents. Il est également fort probable que, pour

des raisons de sécurité, les installations de ravitaillement en carburant alternatif ne pourront être aménagées sur le même site que les stations distribuant le gazole classique. Cette situation peut se maintenir sur une période de 10 à 15 ans, selon le rythme de remplacement des véhicules.

## Conclusions

### A court et moyen terme

Compte tenu du fait que les autobus ne rejettent que très peu de substances toxiques ou polluantes par rapport aux modes de



Autobus électrique à Zermatt, Suisse

# CARBURANTS

Station de ravitaillement  
d'hydrogène à Las Vegas, USA



déplacement individuels, les exploitants n'ont, pour l'instant, aucune raison de se hâter. Au surplus, si l'on tient compte de tous les paramètres, le gazole représente pour l'instant le meilleur compromis entre les impératifs de rentabilité, d'équilibre écologique, de compatibilité avec l'environnement, de longévité des véhicules et des infrastructures, et de capacité énergétique.

Néanmoins, pour autant que l'opération soit possible sur le plan financier, un exploitant n'aura certainement rien à perdre à adopter dès que possible les carburants alternatifs... et à utiliser l'innocuité environnementale de sa flotte d'autobus comme argument de marketing.

## A long terme

A en juger par les avancées technologiques actuelles, il est fort probable que les moteurs électriques alimentés par des piles à combustible seront la motorisation de l'avenir. L'on sait que cette technologie ne produit aucune émission polluante et permet de réduire fortement le bruit émis par les véhicules. Mais il reste encore un long chemin à parcourir. En outre, il faut encore trouver le moyen de rendre la production de l'hydrogène aussi économe en énergie et aussi peu polluante que possible.

## Un dernier mot

Habituellement, lorsque l'on veut déterminer l'innocuité environnementale d'un carburant donné, on

se sert généralement des valeurs d'émission officielles. A cet égard, il convient cependant de rappeler que les valeurs obtenues en service régulier ne correspondent bien souvent pas à celles obtenues sur banc d'essai (cf. projet SORT de l'UITP: écart entre les mesures de consommation de GNC). Il reste donc à mesurer l'innocuité environnementale réelle des différents carburants à l'aide de tests pratiques. Pour terminer, notons qu'à la question de savoir si oui ou non, il convient de passer aux carburants alternatifs, il n'existe aucune réponse unique qui satisfasse tous les exploitants d'autobus.

Toutefois, quelle que soit leur décision finale, ils devront prendre en compte les éléments suivants:

- Disponibilité de la technologie et du carburant envisagés, et création des conditions nécessaires pour leur exploitation;
- Position des responsables politiques et soutien financier;
- Répercussions sur l'environnement par rapport au diesel;
- Montant de l'investissement requis pour effectuer la conversion;
- Valeur de reprise des autobus et des infrastructures;
- Développements futurs.

Le présent article est un résumé des travaux du groupe de travail "Carburants propres" du Comité des Bus de l'UITP.

Traduit de l'allemand

## 1er Séminaire sur la gestion des Ressources Humaines

Château de Limelette (Belgique),  
7 - 8 octobre 2004

Rejoignez-nous pendant deux jours afin de réfléchir à la question **"Comment s'assurer que les compétences des employés sont valorisées et gérées à bon escient afin d'offrir un transport public de bonne qualité?"**. Découvrez les nouvelles pratiques en matière de ressources humaines dans les domaines du recrutement, de la formation, de la communication, de la motivation et de la participation.

Le séminaire est organisé sous le patronage de la Commission Ressources Humaines de l'UITP, avec le soutien de TEC Wallonie. Il aura lieu dans le domaine prestigieux du 'Château de Limelette', non loin de Bruxelles.

Pour plus d'information, veuillez consulter [www.uitp.com](http://www.uitp.com)  
ou contactez [sandra.vingerhoets@uitp.com](mailto:sandra.vingerhoets@uitp.com).

## Les biocarburants dans les bus et leur rôle dans la politique énergétique européenne relative aux transports

Paul Hodson, DG TREN, Commission européenne, Belgique

*La politique énergétique est confrontée à deux défis majeurs : assurer un approvisionnement approprié et réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ces deux défis sont particulièrement de mise en matière de transports.*

Les transports constituent la principale source de la demande croissante d'énergie en Europe. Ils dépendent fortement d'un seul carburant, le pétrole. De plus, le pétrole est le carburant d'origine fossile dont la production européenne propre répond le moins à la demande. Parallèlement, les transports constituent la principale source de l'augmentation des émissions de gaz carbonique. Pour résoudre ses problèmes énergétiques, l'UE doit trouver des façons de réduire la quantité de pétrole utilisé dans les transports.

Il existe quatre manières d'y parvenir :

- réduire la demande de transports;
- utiliser des moyens de transport à moindre intensité d'énergie, tels que les bus;
- assurer à chaque moyen de transport un meilleur rendement énergétique;
- utiliser des carburants de substitution.

Parmi ces mesures, certaines – notamment la gestion de la demande – présentent un coût politique élevé. D'autres, comme les carburants de substitution, ont un coût financier élevé. Aucune n'est aisée. Pour avoir une chance de créer une différence significative, plusieurs mesures doivent être mises en œuvre simultanément. Cette approche, adoptée par l'UE, définit le cadre de la politique européenne relative aux carburants de substitution.

Dans sa communication de 2001 concernant les carburants de substitution<sup>1</sup>, la Commission européenne précise que seuls trois carburants de substitution pour

les transports sont susceptibles de réduire les émissions de gaz à effet de serre, de diversifier nos sources d'approvisionnement énergétique, et d'atteindre une part de marché significative. Il s'agit de l'hydrogène, du gaz naturel et des biocarburants. L'hydrogène n'est encore qu'une solution du futur. Le gaz naturel nécessite une infrastructure de chargement de combustible séparée et n'entraîne au mieux qu'une réduction modérée de l'émission de gaz à effet de serre. A l'heure actuelle, les efforts de déploiement de l'UE se concentrent sur les biocarburants.

Le biodiesel issu de graines oléagineuses représente aujourd'hui la plus grande part en Europe. Le bioéthanol produit à partir de la betterave sucrière, du blé, du maïs et d'autres plantes, en remplacement de l'essence, occupe une part inférieure, mais il se distingue par une croissance rapide. Citons également le biogaz, issu des décharges et des déchets agricoles. Aujourd'hui, ces différents carburants de substitution sont – généralement 2 à 3 fois – plus chers que le carburant d'origine fossile. Et globalement, leur part de marché n'atteint pas 1%.

L'UE mène plusieurs politiques en faveur des biocarburants :

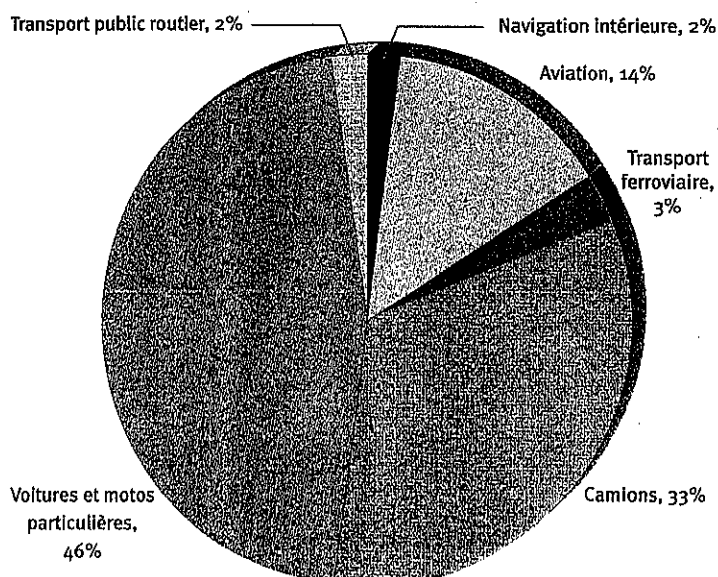
- La directive concernant les biocarburants (2003/30) fixe des objectifs indicatifs européens visant à faire passer la part des biocarburants à 2% du marché en 2005 et à 5,75% en 2010. Les États membres établissent actuellement leurs premiers rapports sur les objectifs indicatifs nationaux en matière de biocarburants en 2005.
- La directive concernant la taxation de l'énergie (2003/96) permet aux États membres d'accorder une exonération ou une réduction d'accises sur les biocarburants afin de les rendre compétitifs par rapport à l'essence et au diesel. La France, l'Allemagne, l'Autriche, l'Espagne, la Suède, l'Italie et le Royaume-Uni ont tous instauré des mesures fiscales favorables aux biocarburants, tandis que la Pologne et la République tchèque s'apprentent à faire de même.
- La recherche se concentre sur les manières de réduire le coût des biocarburants. Il importe avant tout de développer des techniques de production – recourant aux enzymes ou à la gazéification – afin de produire des biocarburants liquides à partir du bois, de la paille et des déchets ligneux. Ceux-ci sont moins chers à obtenir, disponibles à plus grande échelle, et ils offrent un meilleur bilan environnemental que les biocarburants actuels.

### Quelle place pour les bus dans cette réflexion ?

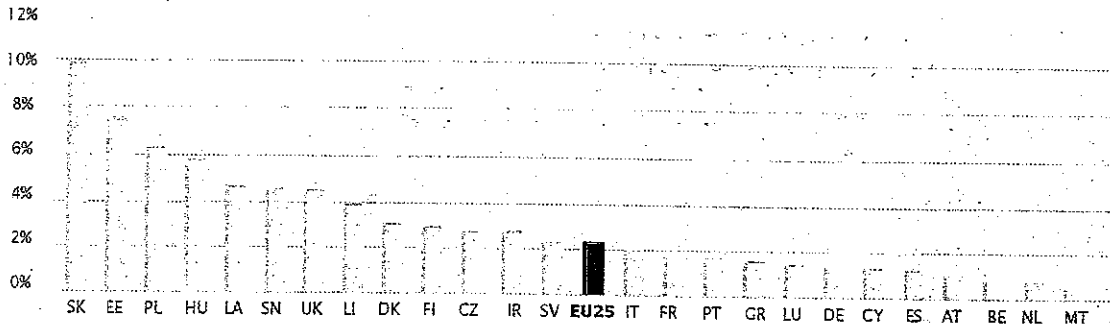
Les bus représentent 10% du kilométrage total parcouru par les voyageurs dans l'UE, mais seulement 2% de la consommation d'énergie relative aux transports. Leur part dans la consommation d'énergie varie de presque 10% en Slovaquie à seulement 0,3% à Malte (voir graphique). Le secteur des bus ne permet pas de réaliser à lui seul les objectifs de l'UE en matière de biocarburants.

Mais les bus ont un rôle précurseur clé à jouer. Les entreprises de bus ont été les premières à recourir

PART DE L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE DANS LE SECTEUR DES TRANSPORTS (UE-25, 2000)



## PART DES BUS DANS L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE POUR LES TRANSPORTS (2000)



Source: Commission européenne, "European energy and transport - trends to 2030" (en anglais), 2003

au gaz naturel comme carburant alternatif. Aujourd'hui, de la Suède à l'Autriche en passant par la France et l'Espagne, elles restent à l'avant-plan pour les utilisations novatrices de biocarburants.

Les parcs d'autobus peuvent jouer ce rôle pour trois raisons. Tout d'abord, l'actionnariat public ou la concurrence limitée permet aux pouvoirs publics de décider l'utilisation de véhicules répondant à des exigences environnementales élevées. Ensuite, les dépôts peuvent stocker des carburants de substitution pas encore disponibles dans les stations-service. Enfin, les bus qui fonctionnent aux biocarburants constituent une preuve très visible de l'existence d'une alternative viable aux carburants classiques.

L'UE encourage depuis longtemps la mise en œuvre de carburants de substitution dans les parcs d'autobus et d'autres parcs de véhicules du secteur public. Citons, par exemple, le programme Thermie, l'initiative Civitas et d'autres projets RTD. L'UE s'apprête actuellement à accroître son soutien via l'initiative "Biofuels cities", qui vise à encourager des projets combinant des parcs de véhicules novateurs (fonction-

nant, par exemple, avec des mélanges à forte teneur en biocarburant, ou des mélanges de bioéthanol dans le diesel) et la production, la distribution et le stockage de biocarburants à grande échelle. Cette initiative entre dans le cadre du 6e programme RTD, qui a débuté en juin 2004 et s'achèvera en décembre.

Parallèlement, la Commission envisage de proposer une directive visant à promouvoir les véhicules routiers à faible consommation d'énergie et produisant peu d'émissions. Cette directive ne favoriserait pas un carburant en particulier. L'un des enjeux principaux consiste à déterminer si les pouvoirs publics pourraient être contraints de tenir compte dans leur choix, lors des achats de véhicules, de l'utilisation de l'énergie et des émissions durant le cycle de vie.

La promotion des carburants de substitution s'apparente souvent à un cercle vicieux. Les constructeurs automobiles et les entreprises d'approvisionnement en carburant refusent d'investir dans de nouveaux produits avant l'émergence d'un marché. En revanche, aucun marché ne se développera avant l'approvisionne-

ment fiable en véhicules et carburants appropriés. Les biocarburants constituent une exception à cette règle – du moins en ce qui concerne les mélanges faibles – car ils peuvent être utilisés dans des moteurs ordinaires. Mais ce type de problème est bien réel lorsqu'on évoque l'utilisation de l'éthanol – en principe un substitut de l'essence – dans les bus. La création d'un consortium d'acheteurs regroupant un nombre significatif de villes et d'entreprises de transport, avec peut-être la participation de la Commission, pourrait être la meilleure manière de résoudre ce problème.

En résumé, les biocarburants constituent pour la Commission européenne un champ d'action politique en développement, dans lequel les entreprises de bus jouent un rôle clé. Elles ont accumulé dans ce domaine beaucoup de connaissances et d'expériences pratiques. Nous nous réjouissons déjà de connaître leur position sur les questions abordées dans cet article.

<sup>1</sup> COM (2001) 547

Traduit de l'anglais



**Solaris Deutschland GmbH**  
Solaris Bus Generalvertretung  
Bei den Wärdern 33, 13437 Berlin, Deutschland  
Tel. +49 (30) 409 148 54, Fax +49 (30) 414 53 28  
e-mail: office@solarisbus.de

**SOLARIS**

Solaris Bus & Coach Sp. z o.o.

**Ministère du Commerce**  
**Office du Commerce de la Tunisie**  
**Avis d'Appel d'Offres International**  
**Pour l'acquisition de 1000 bus et autocars**

L'office du Commerce de la Tunisie (OCT) lance une appel d'offres international assorti de proposition de financement en vue d'approvisionner les entreprises publiques de transport collectif routier de personnes en matériel roulant voyageurs et ce, pour une période de 3 années à compter de la signature du marché général par l'OCT.

Le matériel roulant voyageurs, objet du présent appel d'offres, comporte les 5 lots suivants

N° lot	Désignation	Quantité	Cautionnement provisoire (en DT)
Lot 1	Autobus standard	De 330 à 390	260.000
Lot 2	Autobus articulés	De 360 à 440	380.000
Lot 3	Autocars standard	De 70 à 90	60.000
Lot 4	Autocars articulés	De 15 à 20	20.000
Lot 5	Autocars "confort"	De 120 à 130	115.000

Les soumissionnaires intéressés, peuvent présenter des offres pour un ou plusieurs ou pour l'ensemble des lots précités.

Le soumissionnaire devra proposer des véhicules en "completely build-up) carrossés localement par un carrossier installé en Tunisie.

Les constructeurs soumissionnaires doivent présenter leurs offres durant un délai de 180 jours à compter du jour suivant la date limite de réception des offres.

L'offre doit parvenir par voie postale sous pli recommandé ou par rapide poste au plus tard le 30 septembre 2004 à 17H00, le cachet du bureau d'ordre central de l'OCT faisant foi, et ce à l'adresse suivante :

M. Le Président-Directeur Général de  
L'Office du Tourisme de la Tunisie, 65 rue de Syrie, 1002 - Tunis

Elle ne doit porter que la mention :

"Appel d'offres international n° 001/2004 pour l'acquisition du matériel roulant voyageurs"

"A ne pas ouvrir"

Toute offre parvenue après les délais sera rejetée.

Le cahier des charges relatif à cet appel d'offres est disponible à l'Office du Commerce de la Tunisie (Direction centrales des études de la Promotion 8ème étage) à l'adresse sus-visée, contre paiement de mille cinq cent (1500) Dinars Tunisien.

Le paiement de la somme sus-visée donne droit à 2 exemplaires du cahier des charges portant cachet de l'O.C.T., dont un sera retourné dûment accepté et signé par le soumissionnaire.

Les soumissionnaires peuvent assister à la réunion de la commission d'ouverture des plis contenant les offres techniques qui aura lieu le 5 octobre 2004 à 10H00 au siège de l'Office du Commerce de Tunisie, à l'adresse sus-indiquée.



Le bus à pile à combustible, de belles perspectives d'avenir. Ici en test à Amsterdam

## Les bus à pile à combustible des projets CUTE et ECTOS L'avis des opérateurs

Georges Feltz, Chef du Service des Transports en Commun de la Ville de Luxembourg, et Président du Fuel Cell Bus Club, Luxembourg

*Initié par DaimlerChrysler – Evobus et soutenu par l'UE, le projet CUTE (Clean Urban Transport for Europe) a démarré en novembre 2001. Quelques mois auparavant, en mars 2001, un autre projet, dénommé ECTOS (Ecological City Transport System), était lancé à Reykjavik. Les neuf villes européennes participant à CUTE sont Amsterdam, Barcelone, Hambourg, Londres, Luxembourg, Madrid, Porto, Stockholm, et Stuttgart. Sélectionnés parmi un nombre beaucoup plus élevé de villes candidates, les neuf lauréats ont finalement été choisis en raison de leur diversité géographique et topographique, ainsi que de leur capacité technique à gérer un projet aussi élaboré sur le plan technologique. Chacune de ces villes, de même que Reykjavik, a acheté 3 bus Citaro construits par DaimlerChrysler – Evobus et équipés de piles à combustible Ballard. En août 2004, la ville de Perth (Australie occidentale) recevra également 3 bus à hydrogène DaimlerChrysler dans le cadre du projet STEP (Sustainable Transport Energy for Perth) (voir article suivant). Ces 11 villes se sont groupées au sein du Fuel Cell Bus Club. C'est l'expérience acquise par les membres de ce club jusqu'au premier semestre 2004 qui constitue l'objet du présent article.*

véhicules affichaient déjà une durée de vie moyenne en service régulier de 5,6 mois, soit une expérience cumulée de quelque 14 années de service.

La mise en service des autobus a été précédée d'une période préparatoire moyenne de 16 jours consacrés à la formation des conducteurs et des mécaniciens, et à l'adaptation des stations de ravitaillement à l'exploitation des nouveaux véhicules. La plupart des conducteurs ont été sélectionnés sur une base volontaire au sein du personnel existant. Le nombre et le type d'itinéraires ont été choisis en fonction de diverses contraintes organisationnelles, comme les tableaux de service des conducteurs ou la proximité des ateliers de maintenance. A mesure que la confiance dans la fiabilité des nouveaux

**L**e premier autobus à pile à combustible concerné par ce projet a été présenté lors du Congrès UITP 2003 de Madrid avant d'entrer en service régulier au cours du mois de juin de la même année. Quant aux 29 autres bus, ils ont tous été livrés avant la fin 2003. Au 30 avril 2004, les 30





Les neuf villes qui expérimentent le bus à pile à combustible présentent des caractéristiques géologiques et climatiques différentes. A Stuttgart (photo), comme à Porto ou à Luxembourg, les autobus circulent essentiellement sur terrain vallonné

(supérieure à la moyenne) à DaimlerChrysler en général. En revanche, la résolution des problèmes et, en particulier, la disponibilité des pièces de rechange ont été jugées perfectibles (respectivement 2,2 et 2,6). Toutefois, comme la réalisation d'essais sur le terrain a précisément pour but d'identifier les éventuels problèmes ainsi que le type et le nombre de pièces tombant en panne, les résultats obtenus n'ont rien d'étonnant. En revanche, ils témoignent de l'attention minutieuse portée par DaimlerChrysler au suivi du projet.

80% des villes interrogées voient dans le bus à pile à combustible une option crédible pour les commandes futures. 70% pensent qu'ils peuvent résoudre les futurs problèmes d'approvisionnement en énergie. Interrogées sur les priorités en matière d'efforts de développement, la plupart des villes ont estimé que ces derniers devaient porter sur la pile à combustible, les stations de ravitaillement ou les installations de production d'hydrogène (7 mentions pour chaque objet). Seules 5 villes ont estimé que c'était avant tout l'autobus lui-même qui devait être perfectionné. A lui seul, ce dernier résultat semble constituer un jugement très favorable des différentes villes sur la qualité et la fiabilité des bus CUTE/ECTOS.

A en juger par ces premières réactions positives après seulement 6 mois de service, nous pouvons raisonnablement supposer que le bilan final du projet CUTE/ECTOS, lorsqu'il arrivera à son terme dans 2 ans, sera concluant.

[www.fuel-cell-bus-club.com](http://www.fuel-cell-bus-club.com)

Traduit de l'anglais

véhicules augmentait, l'importance attachée à ce dernier critère diminuait. Dans 50% des villes, les bus n'ont été affectés qu'à un seul itinéraire tandis que dans les autres, ils en ont desservi plusieurs (jusqu'à dix itinéraires différents) afin d'expérimenter diverses configurations de tracés. Dans les villes comme Amsterdam, Hambourg ou Stockholm, les bus circulent surtout en terrain plat tandis qu'à Stuttgart, Porto ou Luxembourg, les profils vallonnés prédominent.

Au 30 avril, les 30 bus avaient parcouru une distance totale de 190.000 km pour une durée de service de 15.000 heures. Le kilométrage moyen a été de 1.150 km par bus et par mois, avec des extrêmes de 540 et de 1.920 km par mois dans certaines villes. A noter que ces chiffres ne sont pas nécessairement révélateurs de la fiabilité des véhicules en circulation dans ces villes, car, en règle générale, la vitesse moyenne programmée peut varier considérablement en raison des conditions de trafic. Les bus ont circulé en moyenne 10,3 heures par jour, avec un minimum de 8 heures et un maximum de 15 heures. En moyenne, le kilométrage prévu était de 120 km, avec des minimums de 80 km et des pointes de 171 km. Ces chiffres, qui sont principalement fonction de la disponibilité du personnel, ne permettent aucune conclusion quant à la fiabilité des véhicules. Deux ingénieurs de DaimlerChrysler et de Ballard sont présents sur chaque site pendant les deux années que dure le projet. Ils travaillent généralement 40 heures par semaine et ce, souvent en compagnie d'un ou deux mécaniciens ou électriciens désignés par l'exploitant local. On peut en conclure que les bus CUTE/ECTOS ne circulent généralement pas aux premières et aux dernières heures de la journée.

Signe de la confiance suscitée par la fiabilité des bus à hydrogène, la moitié des villes lauréates ont choisi de substituer un bus CUTE/ECTOS à un bus traditionnel, les autres préférant l'intercaler entre les bus conventionnels. Dans deux villes seulement, les bus circulent 6 jours par semaine, contre 5 jours par semaine pour les autres, principalement pour des raisons de disponibilité du personnel. Du reste, les véhicules sont souvent utilisés à des fins promotionnelles durant les week-ends, le projet ayant égale-

ment un objectif pédagogique: informer le public des nouveaux modes de propulsion.

## Résultats préliminaires et perspectives

Les autobus consomment généralement de 21 à 24 kg d'hydrogène aux 100 km, mais dans les villes où les piles à combustible sont davantage sollicitées en raison de l'usage fréquent de la climatisation, cette consommation est nettement plus élevée. Les 9 réservoirs embarqués contenant au maximum 44 kg d'hydrogène, la plupart des villes ne font le plein qu'une fois par jour alors que dans deux d'entre elles, le bus doit être ravitaillé deux fois sur la journée. Une seule ville approvisionne ses bus moins d'une fois par jour.

L'évaluation de la fiabilité de ces prototypes en service régulier est un bon moyen de juger de la qualité de la conception et de la fabrication. Si les premiers bus livrés ont connu des pannes relativement fréquentes, le nombre de séjours de plus de 5 jours effectués en atelier pour des raisons techniques par les véhicules livrés après septembre 2003, s'est situé dans une fourchette de deux à cinq. Au surplus, ces périodes d'inactivité forcée n'étaient généralement pas dues aux autobus eux-mêmes, mais au fait que la station de ravitaillement était tombée en panne ou que les pièces de rechange faisaient défaut.

Les opérateurs ont été invités à attribuer une note de 1 (bon) à 3 (insuffisant) aux différentes performances des véhicules. Ainsi, la fiabilité des bus à pile à combustible par rapport à d'autres prototypes a reçu la note 1,6.

Par rapport aux bus conventionnels de 12 m, les notes ont été les suivantes:

- Accélération: 1,7
- Vitesse: 1,9
- Performance en côte: 2,0
- Performance sur terrain plat: 1,8
- Confort: 1,1

Manifestement, les bus à pile à combustible obtiennent un score supérieur aux bus conventionnels pour la plupart des critères liés à la performance, à l'exception des performances en côte, où ils obtiennent les mêmes résultats que les bus au gazole.

Invitées à se prononcer sur les performances du constructeur lui-même, les différentes villes ont, quasiment à l'unanimité, attribué les notes 1,2 (bonne) aux ingénieurs présents sur les sites, et 1,7

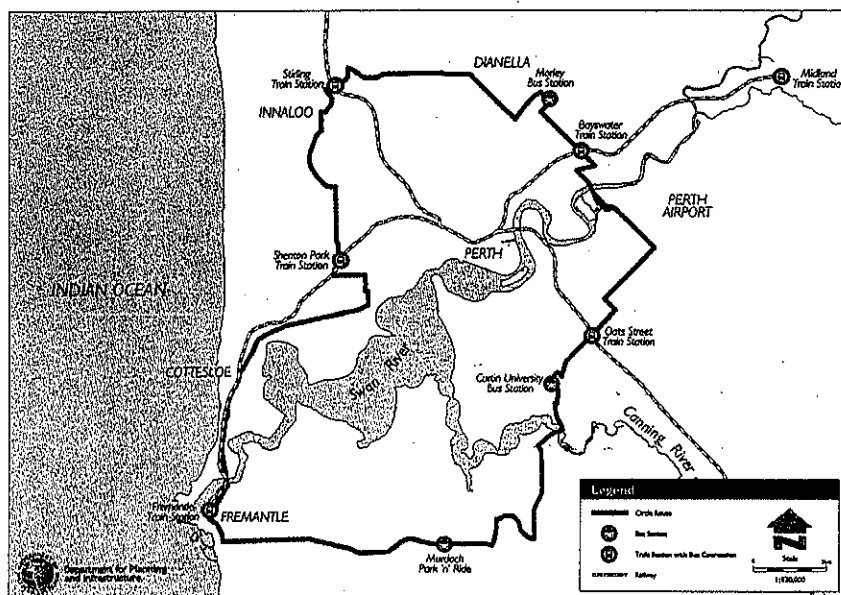
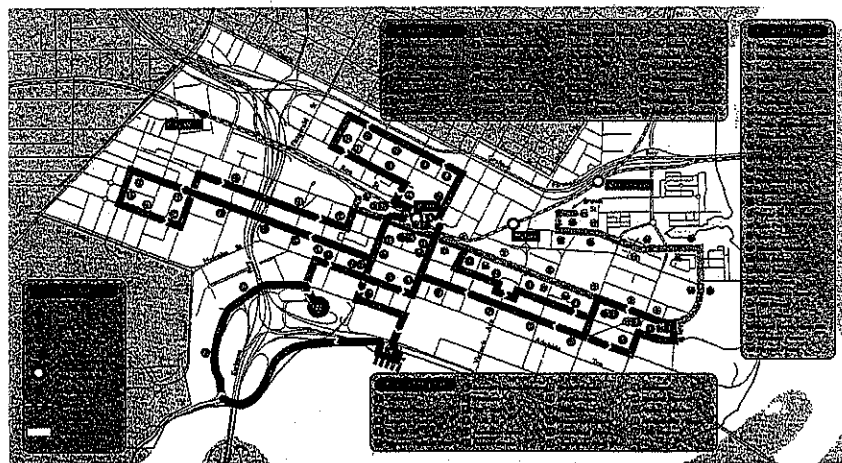
## STEP

### Perth teste des autobus à pile à combustible

Simon Whitehouse, Chef de projet pour les autobus à pile à combustible, Australie-Occidentale

*Plus de 90% du volume de carburant consommé par le secteur du transport étant d'origine fossile, il est essentiel que nous développions une nouvelle vision environnementalement, économiquement et socialement durable de l'utilisation des sources d'énergie. Par ailleurs, le monde étant confronté à la perspective d'un avenir moins tolérant en termes de rejets de CO<sub>2</sub>, les promesses liées à l'avènement d'une "ère de l'hydrogène" apparaissent de plus en plus alléchantes. Souhaitant promouvoir l'émergence de cette vision et mettre à l'épreuve les avancées réalisées dans le domaine des technologies de l'hydrogène, le gouvernement d'Australie-occidentale va expérimenter des autobus à pile à combustible pendant deux ans. Au nombre de trois, ces véhicules fournis par l'entreprise allemande DaimlerChrysler-EvoBus arriveront à Perth en août 2004. Les essais seront effectués dans le cadre du projet STEP (Sustainable Transport Energy for Perth).*

La CAT Route et la Circle Route



L'autre partenaire clé du projet est la firme BP, qui fournira l'hydrogène nécessaire pour les essais à partir de sa raffinerie de pétrole de Kwinana, située à 30 km au sud de Perth. Une fois purifié, l'hydrogène sera acheminé par camion vers le dépôt d'autobus afin d'y être stocké en prévision du ravitaillement des véhicules.

Les autobus seront entretenus et exploités par Path Transit, une entreprise du groupe Australian Transit Enterprises. Ils séjourneront au dépôt d'autobus de Morley et, après une phase préparatoire, seront principalement mis en service sur la Circle Route, un itinéraire pendulaire direct d'environ 80 km de long, et sur la CAT Route, une ligne gratuite de 8 à 10 km desservant le district central des affaires de Perth.

Les essais seront menés en concertation avec d'autres expérimentations analogues de bus à pile à combustible réalisées par dix villes européennes dans le cadre du projet CUTE-ECTOS, ainsi qu'en Californie (voir article suivant). Dans ce dernier cas, la technologie testée sera différente de celle utilisée dans le cadre des projets CUTE, ECTOS et STEP.

Le projet STEP sera évalué par une équipe de spécialistes de l'université Murdoch de Perth, lesquels se pencheront sur l'exploitation des véhicules, les coûts et bénéfices, le cycle de vie, la perception du public, les possibilités de développement à l'échelle industrielle et l'impact sur les réseaux de transport public en général.

De par sa nature et son ampleur, l'implication du gouvernement d'Australie-Occidentale dans le projet revêt un caractère relativement unique dans le monde des essais portant sur la technologie des piles à combustible, avec pour conséquence que les questions posées au cours des essais concerneront majoritairement les préoccupations des pouvoirs publics, notamment en termes de politique du transport public. Ainsi, l'analyse coûts-bénéfices portera sur les coûts et les bénéfices pour la collectivité et non pour les intérêts privés.

L'analyse de l'impact potentiel de la technologie des piles à combustible sur les systèmes de transport public d'Aus-

tralie-Occidentale et de l'Australie en général, a déjà permis de mettre en évidence quelques mesures d'envergure qu'il conviendra d'envisager, et qui vont de l'initiation des régulateurs et des décideurs politiques aux technologies de la pile à combustible et de l'hydrogène, à la mise en place de nouveaux standards et systèmes de transport public.

L'analyse de l'attitude du public face à la technologie des piles à combustible et de l'hydrogène est menée en parallèle avec des études analogues réalisées à Londres, Luxembourg, Berlin et Oakland, Californie. Les résultats obtenus dans ces différentes villes sont actuellement comparés.

La participation financière des gouvernements d'Australie-Occidentale et du Commonwealth s'élève à 10 et 2,5 millions de dollars australiens respectivement.

Le coût total des essais sera d'environ 15 millions de dollars australiens. Quant aux contributions des autres partenaires, elles sont acquittées soit en espèces soit en nature, comme c'est le cas pour BP.

Ce projet a eu pour effet de faire entrer Perth et l'Australie-Occidentale dans un petit club sélect réunissant les pays pionniers dans ce domaine technologique. A la mi-2005, Perth possèdera la seule station de ravitaillement en hydrogène de l'hémisphère sud ainsi que l'une des rares en dehors de l'Europe, de l'Amérique du Nord et du Japon.

Pour marquer le lancement des essais, le gouvernement d'Australie-Occidentale accueillera à Perth, du 12 au 15 septembre 2004, la plus grande et la plus importante conférence-exposition de l'hémisphère sud sur le thème

de l'hydrogène et des piles à combustible ([www.dpi.wa.gov.au/hzconference](http://www.dpi.wa.gov.au/hzconference)).

Le projet STEP sera également présenté lors de la conférence Bus organisée par l'UITP à Brisbane du 24 au 26 octobre 2004 ([www.uitp.com](http://www.uitp.com))

Pour en apprendre davantage sur le projet STEP, connectez-vous au site [www.dpi.wa.gov.au/ecobus](http://www.dpi.wa.gov.au/ecobus)

*Traduit de l'anglais*



## Abonnement



## Public Transport International

Transport Public International · Der Öffentliche Nahverkehr in der Welt · Transporte Público Internacional

☐ Je souhaite m'abonner à PTI pour 1 an (6 revues).

En m'abonnant maintenant, je recevrai tous les numéros parus depuis le début de l'année 2004.

Choix de la version linguistique : ☐ anglais ☐ français ☐ allemand ☐ espagnol

Prix de l'abonnement annuel

membres UITP : 67,5 EUR (Europe) - 79,5 EUR (Reste du monde)

non-membres : 86 EUR (Europe) - 98 EUR (Reste du monde)

frais d'envoi compris + 6 % si non assujéti au régime de la TVA (pays UE uniquement)

Modes de paiement: Prépaiement requis

☐ Carte de crédit : ☐ VISA ☐ MASTERCARD ☐ AMEX

Nom du détenteur de la carte : \_\_\_\_\_

Numéro de la carte : \_\_\_\_\_

Date d'expiration : \_\_\_\_ / \_\_\_\_

☐ Je souhaite payer par banque, envoyez-moi une facture proforma

Veuillez remplir vos coordonnées ci-dessous :

nom : \_\_\_\_\_ prénom : \_\_\_\_\_

fonction : \_\_\_\_\_ société : \_\_\_\_\_

adresse : \_\_\_\_\_

code postal : \_\_\_\_\_ ville : \_\_\_\_\_

pays : \_\_\_\_\_ n° de TVA : \_\_\_\_\_

tel. : \_\_\_\_\_ fax : \_\_\_\_\_

e-mail : \_\_\_\_\_ n° d'affiliation à l'UITP : \_\_\_\_\_

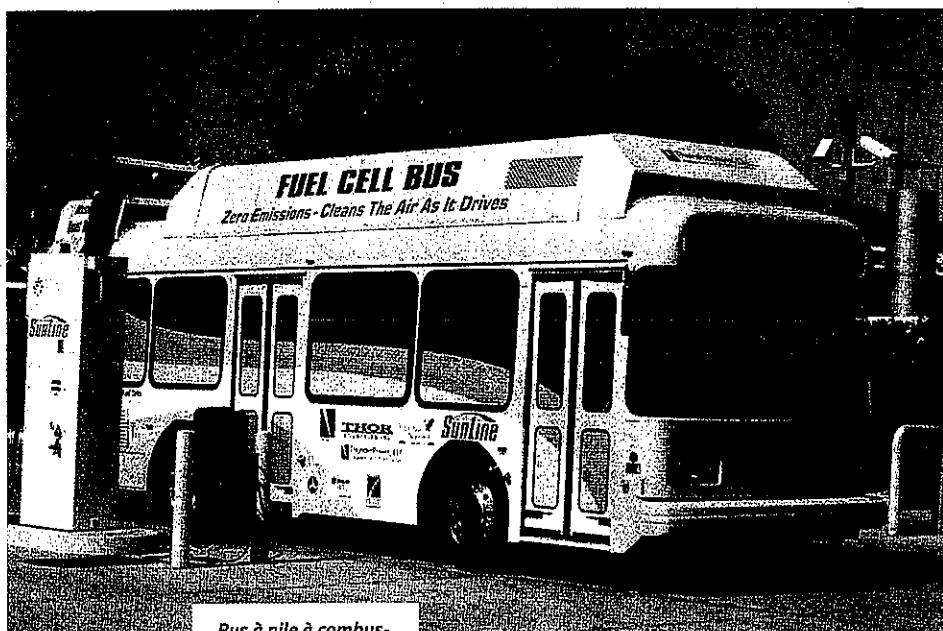
**Faxez ce Coupon au  
32 2 6601072**

Service abonnement: tel. : +32 2 663 66 46 - fax : +32 2 660 10 72 - e-mail : [publications@uitp.com](mailto:publications@uitp.com)

## Les projets de piles à combustible en Californie

Lisa Callaghan, Chef de projet du Northeast Advanced Vehicle Consortium (NAVC), Etats-Unis

*La pile à combustible est une technologie relativement ancienne qui trouve actuellement un second souffle en étant présentée comme une solution de transport propre et efficace. Cette technologie, découverte au début du XIXe siècle par Sir William Grove, illustre bien le stéréotype "Faire du nouveau avec du vieux" : ce système de propulsion susceptible de réduire l'impact du transport sur l'environnement fait aujourd'hui l'objet d'une attention et d'investissements considérables.*



Bus à pile à combustible en cours de ravitaillement

Les piles à combustible de transport actuelles ont été sensiblement améliorées. Elles sont désormais plus efficaces, plus compactes, et tirent profit des progrès majeurs qui ont marqué l'électronique automobile au cours des 40 dernières années. Ces améliorations des piles à combustible résultent en partie des enseignements tirés de projets pilotes, en particulier sur des autobus urbains actionnés par une pile à combustible. Les véhicules urbains constituent un banc d'essai idéal pour les nouvelles technologies: ils sont ravitaillés en carburant et entretenus de manière centralisée, ils suivent des itinéraires fixes, ils peuvent plus facilement supporter la

taille et le poids des nouvelles technologies, ils sont très visibles auprès du public, et bénéficient d'un financement public. Pour ces différentes raisons, les transports urbains constituent un modèle d'étude essentiel pour les fabricants de piles à combustible.

De leur côté, les entreprises de transport qui participent aux projets apprécient de contribuer au développement d'une technologie susceptible d'améliorer le confort d'utilisation des usagers et de constituer un exemple de "bonne pratique citoyenne". Propres, silencieuses et efficaces, les piles à combustible offrent une technologie attrayante en matière de transport urbain.

La première démonstration d'un autobus urbain actionné par une pile à combustible a été menée il y a dix ans aux États-Unis, à l'Université de Georgetown à Washington, D.C. En 1998, la Commission des Transports de Chicago a lancé un essai de deux ans sur des bus à pile à combustible du constructeur Ballard Power Systems, parallèlement à une expérience menée à Vancouver. Les constructeurs de piles à combustible ont tiré des enseignements technologiques importants à travers les expériences mises en œuvre dans le cadre des efforts de développement actuels.

**Le projet californien ThunderPower**  
Plus récemment, en 2002-2003, l'entreprise SunLine Transit de Thousand Palms, en Californie, a accueilli le projet ThunderPower, qui concernait

un bus à pile à combustible avancée. Ce projet visait à développer un bus hybride capable de fonctionner en service payant et de répondre à des exigences de performances et de fiabilité en situation réelle.

Le bus à pile à combustible ThunderPower a été mis au point par la société ThunderPower, une joint venture entre Thor Industries, maison mère d'El Dorado, et ISE Research, développeur et intégrateur de systèmes électriques hybrides. Le châssis El Dorado de 9 mètres était équipé d'un système de pile à combustible hybride : un empilage de piles à combustible PEM 60 kW d'UTC Fuel Cells, un moteur électrique Siemens, et des accumulateurs au plomb Panasonic. L'hybridation des systèmes de pile à combustible a permis le freinage par récupération, qui capture et emmagasine l'énergie de freinage dans les batteries, ce qui accroît l'efficacité du combustible. Neuf réservoirs placés sur le toit du bus renfermaient l'hydrogène comprimé servant de combustible. La capacité totale de stockage était de 25 kg d'hydrogène à 3.600 psi, soit l'équivalent en énergie d'environ 100 litres de diesel, offrant une autonomie de quelque 300 kilomètres.

Pendant trois mois, le bus a fonctionné en service simulé, "dans les roues" d'un bus opérant en service régulier sur sa ligne. Objectif: s'assurer que le bus à pile à combustible pouvait répondre aux exigences de la ligne et offrir un service sûr et fiable en situation réelle. Au terme du service simulé, le bus a fonctionné en service régulier pendant trois mois. La ligne, qualifiée d'"itinéraire urbain léger sur terrain plat", représentait 185 à 205 km par période d'exploitation à une vitesse moyenne de 27 km/h. En tout, le bus a parcouru plus de 14.000 km. La fiabilité de ce bus prototype a été jugée bonne, avec une disponibilité de 71 % durant les six mois de l'expérience.

Des protocoles de collecte et d'évaluation de données ont été élaborés pour ce projet par le National Renewable Energy Laboratory (NREL) du département américain de l'Énergie. Le rapport final du NREL énumère les réalisations et enseignements tirés en vue du développement futur des piles à combustible.\*

Dans la foulée du projet ThunderPower, trois entreprises de transport californiennes doivent lancer en 2004-2005 une expérience impli-

quant plusieurs bus actionnés par des piles à combustible de la "nouvelle génération". AC Transit, Santa Clara Valley Transit Authority (VTA) et SunLine accueilleront ainsi sept bus qui seront exploités durant deux ans dans le cadre de démonstrations en service payant. Ces efforts consentis par les entreprises de transport sont notamment rendus possibles par un financement substantiel de l'administration fédérale, de l'Etat et locale.

En partenariat avec le San Mateo County Transit District, Santa Clara VTA exploitera trois bus Gillig de 12 m à plancher surbaissé, équipés de moteurs à pile à combustible Ballard Power Systems de 205 kW. Le premier bus a déjà été livré, mais la flotte doit entrer en service à l'automne 2004. Selon Santa Clara VTA, les trois bus coûtent 10,5 millions de dollars, et le budget lié à l'équipement en hydrogène s'élève à quelque 3 millions de dollars. L'entreprise a prévu des budgets de 2 millions de dollars pour les charges d'exploitation et de 3 millions de dollars pour la main d'œuvre et les réparations.

AC Transit achètera quatre bus à pile à combustible construits par ISE et UTC Fuel Cells. Les carrosseries Van Hool de 12 m seront équipées d'un système de pile à combustible hybride intégré par ISE avec une pile à combustible UTC de 170 kilowatts

et des batteries Zebra au chlorure de nickel et de sodium pouvant fournir une puissance d'accélération et de gravissement des côtes, ainsi qu'un freinage par récupération. Trois bus seront livrés à AC Transit, tandis que le quatrième sera mis en service chez SunLine. La livraison de ces bus est prévue courant 2005. Le bus à pile à combustible Van Hool coûtera environ 3 millions de dollars.

Les trois entreprises ont conclu des contrats avec le NREL pour la collecte de données et l'établissement des rapports relatifs aux démonstrations. Comme dans l'expérience précédente de SunLine, la collecte de données et les efforts de diffusion du NREL seront essentiels pour la valorisation de cette expérience. Le NREL travaillera en étroite collaboration avec l'entreprise de transport pour élaborer un plan de collecte de données pas trop accablant, qui reflète les objectifs du projet. Le rapport du projet constituera un outil utile pour d'autres entreprises qui envisagent la technologie de la pile à combustible, pour les dirigeants qui s'interrogent sur la manière de soutenir le développement des piles à combustible, ainsi que d'autres parties impliquées dans le développement de cette technologie.

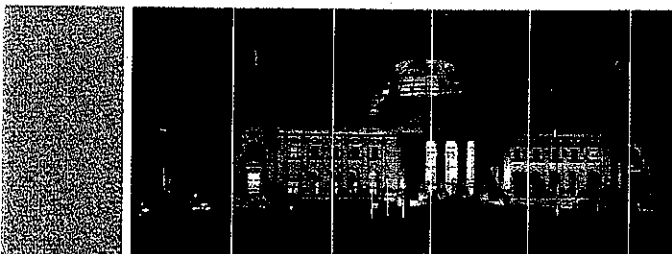
\* Le rapport est disponible sur: [www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/fuelcells/sunline.html](http://www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/fuelcells/sunline.html)

Traduit de l'anglais

## UITP

UITP Events  
Mobility for all

[www.uitp.com](http://www.uitp.com)



2<sup>e</sup> conférence de l'UITP sur  
les chemins de fer régionaux  
et suburbains

Une décennie de renaissance des chemins  
de fer régionaux. En ensuite?  
A l'occasion d'InnoTrans© 2004