

Bus « propres » : quelle filière choisir ?

NDLR : Article paru dans le n° 78 de 1999 de « Décision Environnement »
et reproduit avec son aimable autorisation.
Dossier réalisé par Isabel SOUBELET

***Pour investir
dans des transports
plus propres, les villes
ont le choix
entre plusieurs filières :
GNV, GPL, électrique,
Aquazole, filtre à particules,
et demain,
pile à combustible.
Tour d'horizon.***



Franck Dunouau/Via GTI

Le GNV a été choisi par de nombreuses villes qui expérimentent ce carburant pour leur flotte.

Même si les bus polluent 10 à 20 fois moins par personne transportée que la voiture, ils sont souvent montrés du doigt par la population et assimilés à de gros pollueurs. Ils sont à l'origine de 2 % des émissions d'hydrocarbures (HC) et de 4 à 6 % des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de particules. La mise en place de la loi sur l'air et l'arrivée de la norme Euro III applicable en 2001 poussent les municipalités à choisir des transports plus propres. Deux stratégies sont possibles : agir sur le parc existant en cherchant à dépolluer les bus anciens, notamment en utilisant des filtres à particules et/ou des gazoles oxygénés comme l'Aquazole, ou bien renouveler son parc en optant, au choix, pour le GNV, le GPL, l'électrique, voire la pile à combustible à l'horizon 2005.

On compte aujourd'hui 14 000 bus en France et le marché annuel est d'environ 1 200 véhicules. Si l'on estime la durée de vie moyenne d'un bus à 15 ans, le choix d'une filière par la municipalité ou la société de transport est déterminant. De nombreux critères influent sur ce choix : taille de la flotte, état de vétusté, maturité technologique et fiabilité de la filière, gains environnementaux escomptés, investissements nécessaires...

L'optimisation du parc existant et le renouvellement sont souvent décidés en parallèle pour des raisons budgétaires.

Dépolluer le parc existant

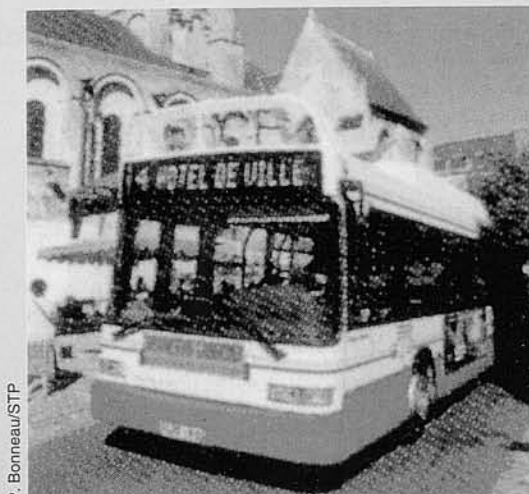
Agir en faveur de transports propres peut passer par des solutions d'ordre technique relativement simples et moins coûteuses que la mise en place d'une nouvelle flotte. Par exemple, l'utilisation de carburants améliorés. Le diester (ester méthylique de colza) donne des résultats intéressants mais comporte certaines contraintes. Aujourd'hui, l'Aquazole séduit davantage. « L'attrait majeur de l'Aquazole, c'est de réduire les émissions polluantes de tous les véhicules, anciens ou non, déclare Frédéric Barnaud, chef de projet Aquazole chez Elf Antar France. Cette solution a un effet sur l'ensemble du parc et n'entraîne qu'un surcoût de 10 % ».

Ce carburant innovant repose sur le principe d'une baisse de la température de combustion (donc des NO_x) par l'ajout d'eau. Composé à 85 % de gazole moteur conventionnel, à 13 % d'une solution aqueuse (eau et antigel), et à 2 à 3 % d'additifs tensioactifs spécifiques, il permet de réduire les rejets atmosphériques dans des proportions relativement importantes : de 15 à 30 % pour les NO_x , de 10 à 50 % pour les particules, de 30 à 80 % pour les fumées noires. On supprime pratiquement les fumées opaques et l'odeur désagréable qui accompagnent parfois le démarrage d'un bus, et qui sont très remarquées des piétons et des usagers. Les recherches pour améliorer encore le carburant continuent :

Des villes qui ont essayé

Tours : le pari du GPL

Début septembre, huit bus (six véhicules standard et deux véhicules articulés) rouleront au GPL à Tours. La Compagnie des transports de l'agglomération tourangelle (CT.TAT) a fait son choix en fonction de quatre critères avec comme objectif 23 bus d'ici à la fin novembre 1999. « *Le GPL nous semble plus facile à utiliser et moins coûteux*, déclare Basile Angelopoulos, ingénieur d'études à la CT.TAT. *Pour un bus, le surcoût est de 180 000 F (27 400 €) avec le GPL et d'environ 250 000 F (38 000 €) avec le GNV. De plus, l'équipement, notamment au niveau des stations de remplissage des bus, revient pour le GPL à tout juste 1 MF (0,15 M €) pour 40 véhicules contre 4,5 MF (0,7 M €) pour le GNV. Nous avons également obtenu un contrat de maintenance rentable sur cinq ans alors qu'il fallait s'engager sur 15 ans avec GDF* ».



P. Borneau/STP

Paris : le Montmartrobus va évoluer



J.P. Massoussin/RATP

Depuis 1996, deux bus électriques de petite taille (7 m) sillonnent le quartier de Montmartre à Paris. Ces véhicules, alimentés par des batteries nickel-cadmium, avec une possibilité de recharge rapide, vont subir quelques modifications. En effet, le suivi de l'expérimentation mise en place depuis le début de l'opération a permis d'améliorer le confort et les performances. « *Nous avons passé un marché avec Gépébus (Ponticelli) pour la fourniture de 20 bus Oréos 55 E dont 8 pour le Montmartrobus*, déclare Alain Curtil, responsable de l'unité Études-essais réception à la RATP. *Nous allons ainsi entièrement doter cette ligne de minibus électriques. Et nous envisageons aussi une future desserte dans le quartier du Marais* ».

Poitiers : précurseur du GNV

« *La réflexion sur des véhicules propres remonte au début des années 90*, déclare

Hugues Fulchiron, directeur de la Société des transports poitevins (STP). *Il a fallu beaucoup de persévérance et de volonté politique pour aboutir à la circulation des bus au GNV. Les premiers véhicules fonctionnent depuis janvier 1998. En juin 99, nous en avons 17, et nous en aurons 22 d'ici à la fin de l'année. L'objectif est toujours de 40 bus pour 2003. Nous avons fait le choix du remplissage lent mais pour les nouveaux véhicules, nous nous interrogeons sur un système de remplissage rapide. Il faudrait qu'il puisse se faire en 3 ou 4 minutes pour ne pas désorganiser le retour des bus au dépôt. Côté consommation, nous l'avons estimé à 60 Nm³, elle est de 55, c'est une bonne surprise* ».

Chambéry : 90 % des véhicules standard à l'Aquazole

« *Nous travaillons depuis longtemps sur la réduction des fumées noires et des émissions de nos véhicules*, explique Daniel Abad, directeur technique de la Société des transports de l'agglomération de Chambéry (Stac).

Nous avons expérimenté l'Aquazole dès mai 1995. Il donne vraiment des résultats très satisfaisants. Aujourd'hui, il est utilisé par 43 bus, c'est-à-dire 90 % des véhicules standard. En plus, il est très simple d'utilisation puisqu'il s'adapte sur le parc existant. Nous utilisons les mêmes cuves après nettoyage, les mêmes réservoirs et les mêmes installations. Seul inconvénient, une baisse de puissance de l'ordre de 15 % due au pourcentage d'eau présent dans l'Aquazole ».

« Actuellement, nous travaillons sur un Aquazole à très basse teneur en soufre associé à un filtre à particules », précise Frédéric Barnaud.

« Aucune modification technologique n'est nécessaire au niveau des moteurs ou des organes moteurs des véhicules diesel du parc existant, précise Daniel Abad, directeur technique de la Stac à Chambéry. Seul un bon nettoyage des cuves de stockage s'impose ». Fin avril 1999, 500 véhicules roulaient quotidiennement à l'Aquazole, dont 450 bus. C'est le cas à Aix-les-Bains, à Villefranche-sur-Saône, à Thonon-les-Bains pour la totalité de leur flotte, à Chambéry pour 90 % de ses véhicules standard. Et aussi à Givors, Argenteuil, Mantes-la-Jolie, Saint-Quentin-en-Yvelines, Saint-Germain-en-Laye... Après une année de test, la RATP aussi s'y est mise avec 125 bus concernés à Paris.

Si les résultats environnementaux de l'Aquazole sont indéniables, deux inconvénients persistent. La baisse de puissance et la surconsommation liées à la présence de l'eau dans le carburant sont évaluées respectivement à 15 % et 10 %. Autre désavantage : le surcoût. Il demeure de l'ordre de 30 centimes le litre par rapport au diesel, même si, depuis la loi de finances 1999, la TIPP (taxe intérieure sur les produits pétroliers) sur l'eau contenue dans l'émulsion a été supprimée. Elf Antar France espère d'ailleurs obtenir une incitation fiscale, c'est-à-dire une réduction pure et simple de la TIPP sur ce carburant « écologique » pour l'an 2000. Si, lors du lancement de l'Aquazole, le carburant était produit à Givors seulement, aujourd'hui quatre nouvelles unités de production ont vu le jour. L'Aquazole semble avoir encore de beaux jours devant lui.

Catalyseur et filtre à particules

Les systèmes de post-traitement permettent d'achever la combustion après la chambre et de réduire ainsi les émissions de produits imbrûlés. Présent sur les nouvelles générations de bus, le catalyseur d'oxydation peut être installé sur les véhicules anciens avec des gains sur les CO et HC de plus de 60 % ainsi que sur la fraction soluble des particules. L'utilisation d'un carburant à très faible teneur en soufre est conseillé.

Autre moyen d'action : le filtre à particules. Depuis 1998, la société Airmeex a mis au point le système Carmex destiné à supprimer les particules émises par les moteurs diesel et à dépolluer les gaz toxiques. Le système associe plusieurs technologies : un catalyseur métallique d'oxydation, un filtre à particules 3M Nextel et un additif pour régénérer le filtre mis au point par Octel. En expérimentation à Laval depuis octobre 1998, les résultats sont probants. « Nous obtenons une réduction de 86 à 92 % des émissions de parti-



L'Aquazole, un carburant pour rouler propre.

cules en fonction du type de véhicule et de la température de fonctionnement du moteur, ainsi qu'une forte réduction des hydrocarbures imbrûlés », déclare Bruno Maurin, directeur des Transports urbains lavallois. Une solution qui coûte 30 000 à 35 000 F (4 600 € à 5 300 €) par bus. Laval aura équipé 24 bus sur 48 d'ici à la fin 1999, et Brest, Angers, Lorient, Dijon et Grenoble ont également fait le choix du filtre à particules. Un autre système, le CRT (Continuously Regenerating Trap), développé par la société allemande HJS, est également sur le marché. Composé d'un pot catalytique, d'un filtre à particules, le tout intégré dans un silencieux, le CRT peut être utilisé sur tous les véhicules. Une seule condition : on ne doit utiliser que du gazole à très basse teneur en soufre (entre 10 et 50 ppm).

« Depuis novembre 1998 nous expérimentons ce système sur deux bus et nous allons passer à trois en juillet, explique Xavier Richon, responsable marketing de Bibus, le réseau de Brest. En parallèle, nous procédons à une batterie de tests afin de déterminer comment le produit vieillit. Si le coût est encore élevé – environ 40 000 F (6 100 €) par bus pour le filtre, auxquels il faut ajouter un surcoût de 40 centimes par litre de gazole désulfuré – les choses vont évoluer. Dans les années à venir, le gazole désulfuré deviendra la norme ».

GNV ou GPL ?

En 1997, trois bus roulaient au Gaz Naturel Véhicules (GNV). Aujourd'hui, on en dénombre 120 et près de 300 sont en commande. GDF

ambitionne de conquérir pas moins de 25 % du marché annuel de bus. Bordeaux, Nantes, Les Ulis, Valence, Montbéliard, Colmar, Poitiers et Nice ont déjà choisi le gaz naturel.

Si le GNV se développe en France depuis longtemps, il est fortement talonné par l'arrivée sur le marché du Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL). Après un démarrage difficile, la filière GPL est en forte progression. Nos voisins néerlandais (plusieurs villes équipées) et autrichiens (500 bus à Vienne) roulent au GPL depuis longtemps déjà. D'ailleurs les constructeurs ne s'y trompent pas. Fin 1998, un GIE GPL Bus a vu le jour. Il rassemble Total, Elf Antargaz, Heuliez Bus et Iris Bus (société qui regroupe les activités autocars et autobus de Renault VI et Iveco). « *L'objectif est de promouvoir la filière GPL, déclare Stéphane de Sarrazin, responsable du marché GPL bus chez Elf Antargaz. Et de répondre avec une solution clés en main à la demande du client : carburant, véhicule, mise aux normes des ateliers et approvisionnement* ». Une solution qui a été proposée à la Régie autonome des transports parisiens.

Afin de prendre sa décision pour le renouvellement de sa flotte en 2001, la RATP a décidé de tester les deux filières. « *Nous allons avoir 218 bus au gaz, 110 cette année et 108 en 2000*, détaille Alain Curtil, responsable de l'unité Études-essais-réception à la RATP. *En premier lieu, 57 bus au GPL au centre d'Aubervilliers et 53 bus au GNV à Créteil. Après plusieurs mois d'exploitation, si les résultats sont positifs, la tranche conditionnelle de 108 bus restants sera mise en œuvre* ». Sur le plan environnemental, les résultats du GNV et du GPL sont relativement proches. C'est surtout au niveau de la station de

remplissage, de l'entretien des véhicules et du mode d'approvisionnement que la différence va se faire. L'achat d'un bus au gaz représente, pour une société de transports, un surcoût de l'ordre de 210 000 à 250 000 F (32 000 à 38 100 €) par véhicule, le GNV se situant dans la fourchette la plus haute. Pour le remplissage, le GNV impose des stations « *plus sophistiquées puisque le gaz doit être comprimé à 200 bars, et surtout une maintenance plus élevée* », selon Basile Angélopoloulos, ingénieur d'études à la CT.TAT à Tours. Et Bruno Maurin, directeur des TUL à Laval, ajoute : « *La station de service spécifique GPL a été évaluée à 400 000 F (60 979 €) contre 3 MF (0,46 M€) pour la station de compression GNV* ». Ce constat a fait pencher la balance en faveur du GPL à Laval où quatre bus de ce type seront mis en service d'ici décembre.

À Valence, si la CTAV a opté pour le GNV, c'est en dehors du cadre habituel proposé par GNVert, filiale de GDF. Cette dernière reste très discrète sur le coût d'une station. « *Le prix proposé par GNVert était exorbitant*, s'exclame Jean Meurillon, directeur technique de la CTAV. *Il était de 800 000 F (122 000 €) sur 15 ans. Nous avons fait un appel d'offres et nous avons obtenu des tarifs beaucoup plus intéressants* ».

Côté carburant, le coût est décisif. La loi de finances 1999 a porté l'exonération de la TIPP à 40 000 litres par véhicule pour le GPL et 24 000 Nm³ pour le GNV. Mais les marchés GNV et GPL restent très différents. GDF annonce que « *pour une flotte de 20 bus, le coût du carburant GNV est équivalent à celui du gazole. Pour 50 bus, il est significativement moins cher, ce qui permet d'amortir le coût des aménagements du dépôt et une partie du surcoût des bus. À 100 bus, la solution GNV permet de dégager un solde légèrement favorable par rapport aux carburants classiques* ». Pour les défenseurs du GPL, il est certain que leur marché est avant tout international. Ouvert à la concurrence, il favorise une meilleure négociation des prix, plus facile avec les pétroliers qu'avec GDF en situation de monopole.

La traction électrique

« *Aujourd'hui, seule la traction électrique offre une solution réellement propre aux problèmes posés par la pollution chimique liée aux échappements des moteurs*, déclare Philippe Vuillemin, chargé de mission Transports urbains, Service de transport et véhicules électriques à EDF. *Le véhicule électrique permet de supprimer toute émission sur le lieu d'utilisation. Et l'on peut aussi récupérer de l'énergie au freinage, ce qui contribue à diminuer la consommation* ». Sur le plan environnemental, le bilan est donc 100 % positif.

Alors pourquoi la filière ne parvient-elle pas à passer à la vitesse supérieure ? Le principal pro-



40 bus électriques circulent à Rome.

blème demeure le coût, tant du véhicule que des batteries. Et de nombreuses sociétés de transport restent dubitatives quant à l'autonomie des batteries. Il est vrai que le marché s'adapte avant tout à des créneaux précis comme les dessertes en ville, les liaisons villes-aéroports ou les déplacements en hypercentre.

À Chambéry, trois autobus, des Renault Master de 10-15 places circulent depuis 1997. « Ils permettent d'accéder à la vieille ville et aux rues piétonnes sans aucune gêne pour les promeneurs et les personnes qui se trouvent en terrasse », affirme Daniel Abad, responsable des services techniques de la Stac. « En termes de pollution et de bruit, c'est vraiment ce qu'il y a de mieux à l'heure actuelle. Pour accéder au véhicule, il faut payer 2 F quel que soit le trajet parcouru et le véhicule s'arrête à la demande. Sur le plan technique, nous n'avons aucun problème. La recharge, lente, se fait la nuit et l'appoint à la mi-journée avec une autonomie de 80 à 90 km. Le seul problème, c'est le manque de clientèle. Il nous manque un tiers d'utilisateurs », conclut-il.

L'ADEME, EDF, le Groupement des autorités responsables du transport (GART), et l'Union des transports publics (UTP) ont lancé un appel à projets pour développer le transport électrique. Les villes retenues sont Paris (voir Encadré p.54), ainsi que Chevilly-Larue, La Rochelle, Blagnac, et Luchon pour un système de navettes destiné à transporter les curistes. Dans ce cadre, l'ADEME accorde une aide de 50 000 F (7 622 €) par véhicule (pas plus de quatre véhicules par projet) et EDF apporte une aide de 200 000 F (30 489 €) par réseau équipé d'un minimum de quatre bus.

Les projets émergent donc, mais lentement. Pourtant, à l'étranger, en Italie par exemple, le véhicule électrique est en plein essor ; 150 bus fonctionnent dont 40 à Rome. Un choix environnemental et politique du maire de la cité qui tient à préserver les monuments historiques situés en centre-ville.

En mars dernier, EDF a d'ailleurs passé un accord avec ATAC (Azienda Tramvie e Autobus del Comune di Roma), la société romaine de transports urbains de surface, afin de comparer leurs expériences respectives en matière de gestion d'un parc de véhicules électriques. À ce titre, un bus Oréos est en circulation dans la capitale italienne depuis le mois de mai.

Si les villes peuvent aujourd'hui choisir entre de nombreuses filières, certains constructeurs estiment que le véhicule urbain du XXI^e siècle n'est pas encore né. C'est le cas de Mercedes. Même si le groupe allemand développe les solutions alternatives (GNV, électrique, filtre à parti-

cules), l'avenir se situe, pour lui, du côté de la pile à combustible.

« Toutes les recherches du groupe se tournent vers son développement, avec une solution pérenne en 2005 », déclare François Heuliez directeur commercial d'EvoBus France, la société qui construit et commercialise les autobus et autocars des marques Mercedes-Setra. En attendant 2005, et les dernières améliorations techniques, le Nebus, prototype du bus à pile à combustible de Mercedes, est en démonstration en France.

Isabel Soubelet

Pour en savoir plus

À lire

- 20 % de véhicules propres : faire face à l'obligation. Décision Environnement 1999 ; 68 : 41.
- Véhicules propres : les derniers obstacles à lever. Décision Environnement 1999 ; 76 : 57.
- Plans de déplacements urbains. Guide du CERTU, mars 1996.

Congrès

- Semaine du transport public du 20 au 26 septembre 1999 avec, le 22 septembre, l'opération « En ville sans ma voiture ».
- Congrès du GART à Mulhouse, du 24 au 26 novembre 1999.

Contacts

- 3M : 01 30 31 61 61
- ADEME (Département technologie des transports) : 04 93 95 79 00
- Airmeex : 01 69 52 96 00
- EDF : 01 40 42 22 22
- EvoBus (Mercedes) : 01 39 92 62 00
- GART : 01 40 56 30 60
- GDF-Direction GNV : 01 47 54 72 89
- Heuliez (GIE GPL Bus) : 05 49 81 07 07
- Iris Bus (Renault VI et Iveco) : 01 41 44 51 00
- Ponticelli : 01 64 42 14 00
- UTP : 01 48 74 63 51
- Van Hool : 01 34 47 47 47