

ADEME



EXPERIMENTATION DU CARBURANT AQUAZOLE® SUR DES FLOTTES D'AUTOBUS

*Synthèse des
PREMIERS RESULTATS D'EMISSIONS POLLUANTES*

1 CONTEXTE

1-1 PROBLEMATIQUE GENERALE

La volonté de réduction des émissions polluantes occasionnées par les transports de voyageurs et de marchandises en milieu urbain est devenue une préoccupation majeure de ces dernières années. Un effort tout particulier est porté sur les autobus urbains qui doivent se montrer exemplaires vis à vis de leurs émissions polluantes. Pour ces véhicules à longue durée de vie (de l'ordre de 15 ans) et de coût élevé, la dépollution passe par l'achat de véhicules neufs dépollués mais aussi par une amélioration des performances du parc en circulation. .

Parmi les solutions permettant de dépolluer le parc actuel, on distingue deux voies principales

- ❖ les dispositifs de post-traitement,
- ❖ les carburants "améliorés" (c'est à dire ceux dont la composition chimique a été modifiée afin de réduire les rejets tout en restant compatibles avec les technologies existantes d'autobus). L'AQUAZOLE se classe dans cette dernière catégorie.

1-2 L'AQUAZOLE

Ce produit est une émulsion composée de gazole standard (86% en volume environ), d'eau (environ 11,5% en volume) et d'agents tensioactifs. Ce carburant est actuellement fabriqué et commercialisé par ELF.

Ce carburant est principalement destiné aux **véhicules urbains diesel lourds** dépendants d'un atelier centralisé (exemple : Véhicules municipaux, Autobus). En effet, la non miscibilité de l'AQUAZOLE avec le gazole ordinaire impose une logistique de stockage dédiée ce qui rend ce carburant difficilement compatible avec une utilisation par les particuliers.

- ❖ Ce carburant est **compatible avec les différentes technologies de moteurs et de post traitement**.
- ❖ Trois formulations sont prévues (**été, hiver et grand froid**), Toutes sont compatibles avec une formulation à très basse teneur en soufre.
- ❖ La **stabilité de l'émulsion** est garantie pour une durée de **trois mois**.
- ❖ Ce carburant ne nécessite **pas de modification majeure des installations** logistiques des exploitants.

1-3 EXPERIMENTATION DE L' AQUAZOLE SUR AUTOBUS EN REGION PARISIENNE

Cette solution présentant un attrait environnemental potentiel et de nombreux intérêts quant à sa mise en œuvre pratique, Il a été décidé de mettre en œuvre une expérimentation en grandeur nature de ce carburant sur des réseaux de transports en commun de la région parisienne

Cette expérimentation, soutenue par le Conseil Régional d'Ile de France et le Ministère des Transports, est menée par le STP (Syndicat des Transports parisiens), ELF, l'ADEME, ainsi que plusieurs exploitants de l'Ile De France. Elle a pour objectif d'évaluer la solution AQUAZOLE® sur de nombreux aspects de son utilisation (émissions polluantes, consommation, maintenance..). Elle a débuté au début de l'année 1999 et doit durer une année.

Ce rapport présente les premiers résultats comparatifs des émissions polluantes et de la consommation sur autobus entre le gazole et l'AQUAZOLE.

L'objet de cette note est une présentation de résultats des mesures d'émissions polluantes, de consommation et de performances d'autobus alimentés à l'AQUAZOLE. Les chiffres présentés ci dessous, correspondent aux résultats de la première phase d'une expérimentation (définie ci après) qui n'est pas achevée. Ces constats ne sont donc que provisoires (car ils sont basés sur des essais fractionnaires) et doivent être considérés avec toutes les réserves qui s'imposent.

2 Méthode d'analyse

Les éléments présentés constituent une synthèse des résultats de deux campagnes expérimentales dont les méthodologies et les objectifs sont complémentaires :

Les essais de qualification (UTAC). Ils sont réalisés sur l'autobus sans modification de réglage lorsque ce dernier est placé sur un **banc à rouleaux**. Les émissions **polluantes réglementées** (HC, CO, NOx, masse de particules), **non réglementées** (Aldéhydes, cétones, spéciation des HC légers) ainsi que la **consommation** de carburant sont mesurées lorsque le véhicule suit un **cycle de conduite représentatif du parcours d'un autobus urbain en zone dense** (cycle AQA-RATP ligne 21). Les performances (**puissance, couple**) ainsi que **l'opacité des fumées** sont mesurées dans les conditions de pleine charge du moteur.

Cinq configurations ont ainsi été testées en mode gazole et en mode AQUAZOLE :

- ❖ Un autobus ancien (EURO 0) datant de 1988
- ❖ Un autobus récent (EURO 2) datant de 1998
- ❖ Trois configurations "avancées" en matière de dépollution (catalyseur d'oxydation, filtre à particules, carburant à très basse teneur en soufre). L'objet de cette étude est d'analyser les performances de ces solutions lorsqu'elles sont combinées avec l'AQUAZOLE.

Les essais de suivi de flotte (CRMT)

Ces essais, sont basés sur l'analyse des polluants réglementés à l'échappement des véhicules ainsi que les performances de ces derniers (puissance-couple) en utilisant un cycle constitué d'une séquence d'accélération à vide. La procédure employée est la méthode AUTONAT /SYCADY développée en partenariat avec l'ADEME et proposée par le CRMT.

Ces essais, effectués en atelier, ont pour objectif d'évaluer de manière qualitative la solution AQUAZOLE sur une flotte de véhicules. Les tests ont concerné l'ensemble des véhicules en service du réseau TVO d'Argenteuil (30 véhicules de marque et de types différents)

3 résultats et conclusions provisoires

3-1 Résultats comparés des polluants entre le gazole et l'AQUAZOLE :

Les deux tableaux ci dessous présentent les résultats concernant les émissions polluantes en fonction des technologies d'autobus et du type d'essai réalisé :

3-1-1 Résultats obtenus lors des essais UTAC

Polluants réglementés :

Polluant	Véhicule ancien PR100-2	Véhicule récent AGORA	Configurations avancées (post traitement)
NOx	Réduction (Environ -15%)		Réduction (environ -10%)
HC	Augmentation (+54%)	Variations faibles	Augmentation ¹

¹ Cette augmentation est occasionnée par une baisse d'efficacité du post traitement due à une diminution de la température d'échappement induisant un " décrochement " des catalyseurs

CO	Augmentation (+18%)	Réduction (-18%)	Variations faibles
Particules (masse totale)	Augmentation (+33%)	Variations faibles	Variations faibles
Opacité des fumées	Réduction importante (Environ -30 -50%)		Tendance à la réduction (jusqu'à -50%)

Concernant les polluants non réglementés les constats sont qualitativement semblables pour toutes les configurations :

- ❖ **Une baisse des émissions de benzène ainsi que de 1-3 butadiène et une augmentation des émissions l'aldéhydes et de cétones** sensible dans toutes les configurations.
- ❖ **L'absence d'effet notable** sur les émissions individuelles de polluants HC et aldéhydes (les proportions de chaque polluant par rapport aux hydrocarbures totaux sont globalement conservées).

3-1-2 Résultats obtenus lors des essais CRMT

Polluant	Véhicule dégradé PR180	Véhicules anciens PR100,PR180,PR180-2,SG219	Véhicules récents PR112,AGORA
NOx	Réduction (comprise entre -13% et -30%)		
HC	Augmentation très importante	Augmentation	Effets dispersés
CO	Augmentation très importante	Effets dispersés	Réduction
Particules (masse totale)	Réduction (-90%)	Tendance à la réduction (SG219 effets dispersés) variations de -60% à +10%)	Réduction (De -40% à -80%)
Opacité des fumées	Réduction importante (comprise entre -50% et -80%)		

3-1-3 Constats provisoires relatifs aux émissions polluantes réglementées :

Si l'on se base sur la comparaison des émissions moyennes obtenues avec ces véhicules pour les deux carburants, et selon les deux types d'essais, on constate les éléments suivants :

❶ L'utilisation du carburant AQUAZOLE® conduit à trois tendances différentes selon la technologie du véhicule et son état

- ❷ L'AQUAZOLE permet de réduire de manière appréciable les émissions NOX sur tous les autobus testés.
- ❸ L'AQUAZOLE conduit à une réduction importante de l'opacité des fumées. Cette réduction n'est pas accompagnée d'une réduction en masse des particules. Sur ce point, les résultats des essais CRMT et UTAC se révèlent contradictoires.
- ❹ Sur les véhicules récents, l'AQUAZOLE ne modifie pas significativement les émissions imbrûlées HC et CO.
- ❺ Sur les véhicules munis de post traitement, l'AQUAZOLE conduit à une diminution de l'efficacité du post traitement conduisant à une augmentation des émissions HC. La masse de particule émises se maintient lors du passage à l'AQUAZOLE
- ❻ Sur les véhicules anciens, les effets constatés sur les émissions CO et HC sont dispersés.
- ❼ L'AQUAZOLE ne permet pas de réduire les émissions polluantes des véhicules dégradés.

3-2 Effets sur la consommation de carburant et les performances.

A l'exception du véhicule dégradé, **L'AQUAZOLE ne semble pas produire de modification significative du rendement de la motorisation** en condition normale de service (cycle) des véhicules récents. Ce phénomène a trois conséquences :

- ❖ Une **augmentation de consommation** correspondant à la réduction de pouvoir calorifique volumique (**environ 15%**)
- ❖ Une réduction de puissance maximale du même ordre. Cette réduction a un effet faible sur la vitesse moyenne de parcours du cycle.
- ❖ Des **émissions de CO2** très voisines de celles des configurations **diesel** correspondantes.

4 Perspectives

Comme il a été précisé en première partie, les résultats présentés ci-dessus sont provisoires et devront être complétés :

Tout d'abord, la seconde phase de cette étude (prévue à l'automne 1999) permettra d'apporter des éléments de réponse sur les points suivants :

- ❖ Quelle est la variation des émissions des autobus lors d'un fonctionnement de longue durée à l'AQUAZOLE ? (Selon son concepteur, ce produit possède une action détergente).
- ❖ Quels sont les effets sur la consommation en service réel (Les essais réalisés ici tendent à montrer que la surconsommation par rapport au gazole est dépendante des conditions d'usage)
- ❖ Quelle est la compatibilité de la solution AQUAZOLE avec la technologie existante des autobus ? (Les opérations de suivi de maintenance et les analyses d'huiles effectuées sur des véhicules en service permettront de renseigner cet aspect).
- ❖ Comment est vécu le fonctionnement à l'AQUAZOLE par les utilisateurs et les gestionnaires de flotte ? (Une enquête auprès des gestionnaires est prévue)

Parallèlement à ces travaux déjà programmés, des études complémentaires pourraient être menées dans le but d'affiner les diagnostics.

- ❖ **Validation sur d'autres véhicules** notamment d'autres véhicules récents non équipés de post traitement ainsi que des véhicules anciens afin de déterminer **l'origine exacte de la dégradation de combustion** observée (interaction de l'AQUAZOLE avec la technologie du moteur, aggravation du phénomène sur des moteurs dégradés).
- ❖ La non corrélation observée entre les variations de l'opacité des fumées et la masse totale de particules émises suggèrent une influence importante de l'AQUAZOLE sur la nature et la composition des particules émises (en particulier la teneur en eau qui peut être accrue par le choix de l'AQUAZOLE). **Il serait souhaitable de mener des travaux précis sur la teneur et la composition des particules émises lors d'un fonctionnement à l'AQUAZOLE.**
- ❖ **Essai sur un véhicule ayant subi une modification de réglage de l'injection** (de manière à rétablir la puissance). Ce type de réglage peut s'avérer nécessaire pour des véhicules anciens ou /et dans des conditions de circulation difficiles (vitesses élevées, fortes déclivités). La réalisation de ce type d'essai présente une difficulté liée à l'introduction d'une variable supplémentaire qu'est la stratégie de réglage choisie.