



JANV.
2020

CORTEA 2017

PROJET « QABINE 2 »

Qualité de l'Air dans les haBitacles en
déplacEment 2

NOTE DE SYNTHÈSE
Non confidentielle

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



En partenariat avec :

INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable*

CITATION DE CE RAPPORT

Delater A., Fable S., Berthelot B., Raventos C., Queron J., Le Bihan O. – 2020 – Projet QABINE 2 - Protocole de mesure embarquée de la qualité de l'air particulaire et de l'efficacité d'un filtre habitacle, Note de synthèse, 10 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 1766C0004

Référence INERIS : DRC-20-164039-001492B

Projet de recherche coordonné par : INERIS

Appel à projet de recherche : CORTEA 2017

Coordination technique - ADEME : GAGNEPAIN Laurent
Direction Villes et Territoires Durables / Service Transports et Mobilité

Résumé

L'utilisation quotidienne d'un véhicule automobile expose une grande partie de la population à une pollution (gaz et particules) issue du trafic. Cette exposition des personnes dans les transports constitue ainsi une préoccupation croissante des pouvoirs publics et des consommateurs, et peu d'études s'intéressent à la réduction des niveaux de concentration en particules dans l'habitacle par le biais de la filtration de l'air entrant.

Dans ce contexte, le projet QABINE 2 avait deux objectifs. Le premier consistait à développer et valider un protocole de mesure de concentration particulaire de référence, la gravimétrie, afin d'évaluer la performance des systèmes de filtration des habitacles automobiles. Cette méthode doit permettre notamment d'évaluer l'efficacité de filtration d'un filtre habitacle en conditions réelles d'installation (dans un véhicule) et d'usage (véhicule en roulage). Le second objectif visait la mise en œuvre de cette méthodologie lors de campagnes d'essai terrain afin de qualifier deux filtres commerciaux et démontrer l'intérêt de la méthode.

A l'issue de ce projet, trente-sept essais ont pu être réalisés en agglomération parisienne avec un véhicule instrumenté avec deux filtres commerciaux différents et ce, dans des contextes de pollution.

Le projet fut également l'occasion d'étudier par microscopie la morphologie et la physicochimie de particules rencontrées à différents lieux du parcours type et de tester l'usage de micro-capteur à bas coût pour la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les habitables automobiles.

Abstract

The daily use of a motor vehicle exposes a large part of the population to pollution (gases and particles) from traffic. This exposure of people in transportation is thus a growing concern for public authorities and consumers, and few studies have focused on reducing particle concentration levels in the passenger compartment through filtration of incoming air.

In this context, the QABINE 2 project had two objectives. The first consisted in developing and validating a protocol to measure the reference particle concentration, gravimetry, in order to evaluate the performance of automotive cabin air filtration systems. This method should make it possible to evaluate the filtration efficiency of a cabin filter in real conditions of installation (in a vehicle) and use (vehicle on the road). The second objective was to implement this methodology during field test campaigns in order to qualify two commercial filters and demonstrate the interest of the method.

At the end of this project, thirty-seven tests were carried out in the Paris urban area with a vehicle instrumented and equipped with two different commercial filters.

The project was also an opportunity to study by microscopy the morphology and physicochemistry of particles encountered at different locations along the typical route and to test the use of low-cost micro-sensors for monitoring indoor air quality in automobile dwellings.

1. Contexte du projet

En employant au quotidien son véhicule personnel, une grande partie de la population s'expose à une pollution (gaz et particules) issue du trafic. Cette exposition des personnes dans les transports constitue ainsi une préoccupation croissante des pouvoirs publics et des consommateurs.

Différents leviers existent pour réduire cette exposition. Le plus connu s'intéresse aux émissions issues des moteurs et vise à les réduire au niveau de l'échappement. Le second aborde quant à lui la problématique de la maîtrise de la qualité de l'air et repose sur l'emploi d'un système filtrant l'air entrant dans l'habitacle automobile.

Dans cette seconde approche, la performance du média filtrant employé pour abattre la pollution, notamment particulaire, conditionne l'exposition des automobilistes et doit donc être caractérisée. Cette caractérisation évalue l'*efficacité de filtration* des systèmes et est réalisée en laboratoire selon un référentiel sur banc d'essai où les modèles de pollution particulaire sont des poussières normalisées non représentatives de la réalité aussi bien en termes de distribution granulométrique qu'en termes de concentration. En outre, un nombre important d'études sur l'exposition des utilisateurs aux particules ou encore l'efficacité des filtres utilisent pour la mesure des particules des techniques de mesure optique qui ne permettent pas la mesure absolue de la concentration massique en particules.

Par conséquent, l'efficacité réelle des filtres soumis à des atmosphères urbaines représentatives reste mal connue et son évaluation nécessite le développement d'une méthodologie adaptée aux conditions réelles d'installation (dans un véhicule) et d'usage (véhicule en roulage).

2. Objectifs & Démarche

Le projet QABINE 2 s'inscrit dans le contexte présenté ci-dessus et vise donc le développement d'une méthodologie d'évaluation *via* des méthodes de référence (gravimétrie) des performances des filtres en conditions réelles et vis-à-vis de la pollution particulaire.

L'efficacité de filtration étant définie *via* la comparaison relative de la concentration particulaire en amont et en aval du média filtrant, l'étude présentée ici s'appuie sur les résultats du projet QABINE 1¹ qui a permis de définir et valider la méthode et le point de mesure en air intérieur (mesure en aval du média filtrant) et se concentre donc sur la définition et la validation du point de mesure à l'extérieur de l'habitacle (mesure en amont du média filtrant) en tenant compte des problématiques de collecte en milieu fluctuant (vent, vitesse variable du véhicule). La mise en pratique de cette méthodologie est ensuite abordée lors de deux différentes campagnes de mesure, campagnes qui ont permis de tester deux filtres commerciaux.

Il est à noter que le projet a permis d'étudier par microscopie la morphologie et la physicochimie de particules rencontrées à différents lieux du parcours type. Un micro-capteur à bas coût a également été testé en air intérieur.

3. Matériels et méthode

QABINE 2 vise à proposer une évaluation des efficacités de filtration de filtres en conditions d'installation et d'usage *via* une méthode de mesure de référence, la gravimétrie. Cette section reprend donc le matériel employé pour la caractérisation des aérosols en amont du filtre mais présente surtout la méthodologie pour positionner les instruments de mesure et s'assurer que les échantillonnages réalisés soient représentatifs des aérosols présents en amont du filtre.

A ce stade, il faut noter que l'ensemble des essais (laboratoire et terrain) ont été réalisés sur un véhicule familial.

3.1. Instrumentation

La méthode de référence pour la mesure des aérosols en air intérieur et air extérieur est la gravimétrie. Le préleveur utilisé est un impacteur en cascade, PM10 impactor (DGI) de la marque DEKATI permettant d'étudier 4 fractions de l'aérosol : le PM₁₀, le PM_{2,5}, le PM₁ et le TSP.

¹ Queron, J. (2017, Novembre). Rapport final projet QABINE : Qualité de l'Air dans les habitacles en déplacement. Appel à projet de recherche CORTEA 2015.

En parallèle, des mesures qualitatives de particules en continu ont été effectuées via 2 indicateurs optiques (un de la marque GRIMM et un de la marque DUSTTRAK), ces indicateurs optiques permettant une mesure en temps réel et donc l'obtention d'un suivi temporel, contrairement à l'impacteur DEKATI.

Lors des essais terrains, outre les outils de métrologie des aérosols installés dans le véhicule, une caméra a permis de filmer l'intégralité des trajets réalisés. Elle permet de contextualiser les données en permettant de confronter les évolutions des concentrations particulaires et les événements se produisant sur la route.

3.2. Évaluation de l'efficacité d'échantillonnage et de transport

Lors de l'échantillonnage (entrée des particules dans la ligne de prélèvement) et du transport des particules jusqu'à l'instrument de mesure, les particules sont - selon leur taille - sujettes à différents mécanismes physiques causant des pertes par dépôts sur les parois de la ligne de prélèvement. Pour prélever proprement un aérosol, il est donc nécessaire d'appréhender les conditions aérauliques de cette zone afin d'optimiser la recherche de l'emplacement et déterminer la meilleure configuration pour le point de mesure.

Dans la cadre de QABINE 2, l'échantillonnage des aérosols en amont du filtre doit être effectué dans la baie d'auvent du fait de la position du filtre dans le véhicule et du trajet suivi par l'air destiné à l'aération de l'habitacle automobile. Cette zone est située sous le capot du véhicule et se positionne proche du pare-brise (cf. Figure 1), et est suivie du bloc de ventilation (système d'aspiration, filtration).



Figure 1 : Visualisation de l'emplacement de la baie d'auvent

Pour ce qui est de la méthodologie de l'étude, l'appréciation des pertes de particules a été rendue possible en couplant études en soufflerie, modélisation assistée par ordinateur des écoulements fluidiques (Computational Fluid Dynamics, CFD) et enfin, étude de sensibilité des mécanismes de physique des aérosols via l'emploi du logiciel Particle Loss Calculator² (PLC) afin d'appréhender l'efficacité de collecte.

Cette section présente chacune de ces études et détaille le travail accompli et les résultats obtenus en vue de caractériser les pertes de particules et ainsi valider la méthode de prélèvement des aérosols en amont du filtre.

3.3. Soufflerie

Afin d'avoir des données réalistes liées à l'écoulement et permettant le dimensionnement de l'échantillonnage, notre partenaire automobile a réalisé des mesures en soufflerie afin de connaître les vitesses d'air dans la baie d'auvent. Les essais ont eu lieu dans la soufflerie climatique Jules Verne du CSTB de Nantes. Cette soufflerie offre la possibilité d'étudier le comportement statique et dynamique

² Von der Weiden, S.L., Drewnick, F., & Borrmann, S. (2009). Particle Loss Calculator-a new software tool for the assessment of the performance of aerosol inlet systems. Atmos. Meas. Tech, 2(2), 479-494

d'un système dans différentes conditions climatiques. La soufflerie est composée de 6 ventilateurs (3200 kW au total) reproduisant les écoulements d'air dans 4 veines d'essais.

Dans notre cas, la soufflerie a permis de recréer un écoulement à faible turbulence modérée jusqu'à 130 km/h dans la veine diffuseur.

3.4. Modélisation CFD

Si les essais en soufflerie ont permis de choisir un type spécifique de ventilation de l'habitacle automobile pour garantir des vitesses d'air stables dans la baie d'auvent, ils ne permettent pas de déterminer les lignes d'écoulement des filtres et donc ne fournissent pas d'enseignement quant aux trajectoires des particules. Or en métrologie des aérosols, il est essentiel de positionner le point de prélèvement, et d'orienter la ligne au mieux par rapport à la trajectoire des particules, idéalement de manière parallèle (face à l'entrée d'air).

Pour corriger cela, une étude par mécanique numérique des fluides a été réalisée afin de mieux appréhender les lignes d'écoulement dans la baie d'auvent. Il s'agit alors de déterminer la valeur des vitesses et directions d'air aux points de prélèvements des appareils de mesure, et de les comparer avec les mesures effectuées en soufflerie.

Les calculs ont été réalisés par une société de prestation travaillant régulièrement avec le partenaire automobile. Le logiciel utilisé est PowerFLOW qui présente l'avantage d'être un code instationnaire, c'est-à-dire un code permettant d'estimer la fluctuation de la vitesse.

Les calculs ont porté sur la baie d'auvent ainsi que sur l'aspiration du climatiseur du véhicule sur 12 niveaux de résolution (la zone auvent a été particulièrement résolue pour capter l'écoulement dans la grille d'entrée) et selon 4 configurations différentes. Dans chaque configuration, on fait varier soit la vitesse d'air (30 ou 80 km/h) soit le débit d'aspiration (110 ou 220 kg/h), c'est-à-dire le débit d'air injecté dans l'habitacle via le pulseur d'air du climatiseur.

La ventilation est pilotée par 4 pales entières : chaque pale est constituée de deux demi-pales. En ordre de grandeur par climat froid (avec chauffage dans l'habitacle), on peut considérer qu'un débit d'aspiration de 110 kg/h équivaut à 1 pale entière et un débit d'aspiration de 220 kg/h équivaut à 2 pales entières.

3.5. Utilisation de PLC

Comme évoqué précédemment les particules sont soumises à des phénomènes physiques qui causent des pertes en ligne de ces dernières. Les particules les plus petites subissent principalement un mouvement aléatoire (appelé mouvement brownien) alors que les grosses particules sont plutôt soumises à l'impaction ou encore à la sédimentation³.

Afin de prendre en compte ces pertes, le logiciel PLC a été employé. Cet outil s'appuie sur des formules théoriques et empiriques établies dans la littérature et permet le calcul de la perte des particules selon les configurations géométriques des lignes de prélèvement employées et les paramètres environnementaux et physiques qui s'appliquent lors de leur emploi.

A l'aide de cet outil, il est ainsi possible de mener des études de sensibilité, c'est-à-dire de faire varier un des paramètres de la ligne de prélèvement dans un intervalle choisi par l'utilisateur, afin d'optimiser le dimensionnement des lignes à proprement parler.

En termes de donnée de sortie, il faut noter que le logiciel calcule une efficacité de collecte combinant efficacités d'échantillonnage et de transport selon les variations des paramètres d'entrée, efficacité qui doit être optimisée pour être représentatif des aérosols en amont du filtre.

³ Renoux, A., & Boulaud, D. (1998). Les aérosols : physique et métrologie. Paris, Lavoisier Tec&Doc. ISBN 10 : 274300231X / ISBN 13 : 9782743002312.

4. Développement et évaluation des performances de la ligne de prélèvement

4.1. Prise en compte des contraintes mécaniques pour des mesures embarquées

L'étude en soufflerie a montré que :

- les vitesses d'air dans la baie d'auvent sont de prime abord fonction de la ventilation (et non de la vitesse du véhicule) ;
- pour certaines positions de réglage de la ventilation, la vitesse d'air est stable dans la baie d'auvent du véhicule lorsque celui-ci est en roulage entre 0 et 80 km/h.

Ceci a mené à choisir un type spécifique de ventilation de l'habitacle automobile afin d'obtenir des vitesses d'air stables dans la baie d'auvent et surtout propices à un prélèvement des aérosols en amont du filtre.

Sur la base de ces résultats, l'étude CFD a permis de :

- visualiser les trajectoires du flux d'air dans la baie d'auvent ;
- montrer que la zone pressentie n'est pas dans une zone de recirculation et que de ce fait, l'air à cet emplacement vient directement de l'extérieur avant d'être aspiré par le climatiseur

Il a donc été possible de déterminer la meilleure orientation possible pour la ligne de prélèvement, tenant compte du type spécifique de ventilation de l'habitacle automobile choisi précédemment ainsi que de la plage de vitesse possible pour le véhicule.

4.2. Identification des paramètres clés

Afin que l'efficacité de prélèvement soit la meilleure possible, l'étude de sensibilité menée avec le logiciel PLC a montré que :

- L'entrée de la ligne de prélèvement doit être le plus possible face au vent (donc il faut avoir un angle d'aspiration le plus proche possible de 0° par rapport à la trajectoire du vent) ;
- La vitesse d'air ne doit pas fluctuer (ou peu) pendant la mesure ;
- Le diamètre interne de la ligne doit être constant (pas de contraction) et respecter une taille minimale conditionnée par les appareils de mesure, les géométries de la baie d'auvent, la configuration de la ventilation et la vitesse du véhicule. Dans notre cas, il s'agissait d'un diamètre de 8 mm ;
- La ligne de prélèvement doit être la plus droite possible (ne présentant pas ou peu de coudes) et avec des coudes peu abrupts. Par ailleurs, l'angle de courbure maximal acceptable dépend des débits des instruments de collecte et doit être réexaminé pour chaque application.

Dans le cadre de QABINE 2, l'utilisation de PLC appliquée pour des conditions de mesures déduites des études de soufflerie et de CFD a montré que le mécanisme principal responsable de la majorité des pertes de particules de plus de 1 µm de diamètre dans les lignes de prélèvement durant le transport est le dépôt dans les coudes. En termes d'efficacité de transfert, PLC permet d'affirmer que :

- Les particules de 1 µm peuvent être collectées avec une efficacité de transfert supérieure à 90 %
- Les particules entre 1 et 2,5 µm peuvent être collectées avec une efficacité moindre (entre 70 et 90 % environ).
- Les particules de plus de 2,5 µm seraient difficilement collectées du fait de leur inertie, avec une efficacité proche de 0 % à 10 µm.

4.3. Conception de la ligne de prélèvement et évaluation de sa performance

Sur la base des résultats précédents de soufflerie et simulation numérique, la prise en compte de contraintes pratiques au niveau du véhicule lui-même a mené à sélectionner une ligne de mesure pour l'impacteur DEKATI avec les caractéristiques suivantes : diamètre de 8 mm, longueur de 65,5 cm, 1 coude modéré. Elle a été mise en œuvre lors de deux campagnes de mesure pour un débit interne de 30 L/min, et une vitesse de ventilation stable à 1,84 m/s.

Selon le logiciel PLC l'efficacité de collecte des particules par la ligne de mesure est supérieure à 92 % pour les particules inférieures à 1 µm et supérieure à 70 % pour les particules inférieures à 2,5 µm.

4.4. Mise en œuvre sur deux filtres habitacles

La ligne de mesure ainsi développée a été associée au point de prélèvement en air intérieur, pour permettre l'évaluation de l'efficacité de filtration de 2 filtres habitacles (filtre A et filtre B) commerciaux en conditions d'installation et d'usage.

Sur la base des données régionales de qualité de l'air, la durée minimale de prélèvement pour obtenir des résultats quantifiables pour le point de prélèvement amont a été évaluée initialement à 3h en zone urbaine. Afin d'avoir des résultats quantifiables par gravimétrie, les limites de détection ont montré que les durées de prélèvements devaient être finalement de 6h. En effet, il est nécessaire d'avoir des résultats quantifiables pour pouvoir établir un ratio des concentrations mesurées intérieur/extérieur et ainsi évaluer l'efficacité de filtrations des filtres habitables.

Au total, 37 essais ont été menés en agglomération parisienne et ce, pour différentes conditions de pollution.

L'efficacité moyenne de filtration des filtres A et B en situation d'usage a pu être déterminée pour les PM_{1,0} (respectivement 52 et 53 %) et les PM_{2,5} (respectivement 54 et 57 %).

5. Études complémentaires

Outre les essais liés à l'évaluation des efficacités de filtration, les campagnes de mesure ont été l'occasion de :

- mener des essais métrologiques, en habitacle automobile et lors de conditions réelles de roulage, de micro-capteurs dédiés à la qualité de l'air ;
- caractériser par microscopie à transmission des particules prélevées lors et représentatives des aérosols urbains de l'agglomération parisienne.

5.1. Évaluation d'un micro-capteur qualité de l'air

Trois exemplaires d'un capteur bas coût accessible à la vente au grand public ont été mis en œuvre à l'intérieur de l'habitacle au cours de la campagne d'essais n°4. Outre une information relative à la mesure des PM_{2,5}, les micro-capteurs fournissent également toutes les minutes un suivi des températures, de l'humidité relative ainsi que de la position par GPS. Ces appareils ont été comparés entre eux, mais aussi avec les compteurs optiques et la mesure de référence (gravimétrie).

Pour les compteurs optiques, la comparaison des données s'est faite sur la base des données intégrées sur l'heure et sur la durée totale de l'essai. Pour la comparaison avec la méthode de référence, la comparaison s'est faite sur la base des données intégrées sur la durée totale des essais (~6h).

Pour des concentrations moyennes en PM_{2,5} variant entre 11 et 30 µg/m³ en intérieur fournies par la méthode référence, les microcapteurs perçoivent des concentrations nominales bien inférieures, variant entre 1,5 µg/m³ et 3 µg/m³. En revanche, les coefficients de corrélation référence / micro-capteurs restent élevés (r = 0,74 pour n=10) et invitent à poursuivre les investigations. Ceci est renforcé par le fait que les comparaisons horaires avec les méthodes optiques exhibent des coefficients de corrélations encore supérieurs (r entre 0.86 et 0.91 pour n = 18 et p << 0.05). Ainsi à ce jour, si les micro-capteurs présentent des défauts d'étalonnage et ne peuvent pas fournir de bonnes mesures absolues, ils peuvent permettre de suivre des tendances et alerter lors de variations brusques de concentration particulaire.

5.2. Caractérisation des particules par microscope électronique à transmission (MET)

Le préleveur MPS (*Mini Particle Sampler*), développé par l'INERIS⁴, permet la collecte de particules sur grilles de microscope qui sont ensuite analysées par microscope électronique à transmission (MET). Une caractérisation des prélèvements d'aérosol urbain a été effectuée à l'extérieur et à l'intérieur du véhicule sur les lieux suivants : tunnel d'Antony, tunnel de la Défense, Colombes et Créteil. D'après les résultats, l'aérosol est identique en composition dans les quatre lieux : il est dominé par les suies puis par les oxydes fer. De plus, on observe toujours une similitude entre le prélèvement en intérieur et en extérieur au niveau de la composition des particules.

Néanmoins, selon le lieu de prélèvement, l'aérosol présente une signature, c'est-à-dire une composition différente des autres aérosols mais qui ne représente qu'un faible pourcentage de la composition totale. Par exemple, les prélèvements à Créteil et Colombes présentent des imbrûlés de combustion (dont la source est les véhicules), contrairement aux tunnels d'Antony et la Défense. Il a pu être listé les signatures des différents aérosols selon leur localisation :

- À Colombes, il a été retrouvé des éléments composant le plâtre, le ciment, qui laissent penser que des travaux de BTP avaient lieu non loin du prélèvement.
- À Créteil, les grosses particules sont dominées par des éléments métalliques auxquels s'ajoutent des argiles, du plâtre, du fer métallique (qui peuvent provenir des disques et plaquettes de frein), des sels de mer (probablement du salage hivernal) etc.
- Au tunnel de la Défense, des débris de construction (ciment, béton) apparaissent ainsi que des particules de fer, de cuivre, de titane (qui a pour source la peinture des véhicules notamment).
- Au tunnel d'Antony, il a été retrouvé des particules de fer, cuivre, titane comme dans le tunnel de la Défense, ainsi que des particules provenant de roches calcaires.

6. Conclusion & Perspectives

Le projet QABINE 2 a permis la poursuite et l'achèvement du développement du protocole standard de mesure gravimétrique de particule en parallèle en intérieur et extérieur d'un véhicule routier en roulage, qui avait démarré lors de QABINE 1. En effet, le point de mesure en intérieur habitacle avait été étudié et testé lors de QABINE 1, mais un verrou persistait quant à la possibilité de mesurer des particules en extérieur habitacle lorsque la vitesse du véhicule varie fréquemment. L'achèvement de l'étude a alors permis de tester 2 filtres habitacles.

Le protocole développé lors du projet QABINE 2 présente néanmoins certaines limites comme l'absence de mesure pour les PM₁₀ ou encore les temps minimaux nécessaires afin d'obtenir des résultats gravimétriques quantifiables en air intérieur pour ainsi pouvoir évaluer l'efficacité de filtration des filtres habitacle en condition d'utilisation. Enfin, si la mesure en amont du filtre est pertinente pour évaluer les performances du filtre, elle ne permet pas par contre de mesurer simultanément la concentration en particules dans l'air ambiant à l'extérieur du véhicule afin de suivre l'exposition des voyageurs à la pollution extérieure.

Les projets QABINE 1 et QABINE 2 ont porté sur un protocole de mesure des particules en identifiant la baie d'auvent comme un emplacement de mesure des particules en amont du filtre habitacle intéressant. Cette réalisation donne accès à tout un ensemble de perspectives comme : la transposition du protocole à d'autres polluants, une mise en œuvre plus régulière pour les constructeurs automobiles et les fabricants de filtres, l'évaluation de l'impact du vieillissement des filtres pour optimiser leur usage dans les véhicules. Par ailleurs, la caractérisation de l'efficacité en fonction des granulométries des aérosols en amont des filtres pourrait s'avérer intéressante afin de mieux appréhender les mécanismes de capture des particules et ainsi les optimiser. Enfin, le protocole a été développé et évalué pour un type de ventilation donné. Il pourrait s'avérer intéressant d'étendre le protocole à d'autres types de ventilation et envisager plus facilement tous les scénarii de roulage des véhicules.

⁴ R'mili, B., Le Bihan, O. L., Dutouquet, C., Aguerre-Charriol, O., & Frejafon, E. (2013). *Particle sampling by TEM grid filtration. Aerosol Science and Technology*, 47(7), 767-775.



L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Écologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



NOTE DE SYNTHÈSE CORTEA 2017 PROJET « QABINE 2 »

Résumé : Le projet QABINE 2 consistait à développer et valider un protocole de mesure de concentration particulaire de référence, la gravimétrie, afin d'évaluer la performance des systèmes de filtration des habitacles automobiles. Cette méthode doit permettre notamment d'évaluer l'efficacité de filtration d'un filtre habitacle en conditions réelles d'installation et d'usage (véhicule en roulage). Le second objectif visait la mise en œuvre de cette méthodologie lors de campagnes d'essai terrain afin de qualifier deux filtres commerciaux et démontrer l'intérêt de la méthode.

Par ailleurs, il est à noter que le projet a permis d'étudier par microscopie la morphologie et la physicochimie de particules rencontrées à différents lieux du parcours type et de tester l'usage de micro-capteur à bas coût pour la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les habitacles automobiles.

Essentiel à retenir

Grâce au projet QABINE 2, il est désormais possible d'évaluer l'efficacité de piégeage des particules fines par le filtre habitacle d'une automobile. Ceci pour les PM2.5 et PM1.0, avec la méthode de référence (gravimétrie) et pour un véhicule roulant en conditions réelles.

