



UNDERSTANDING, ACCELERATED

A background image showing a multi-lane highway with a heavy traffic jam. The cars are viewed from a slightly elevated rear perspective, and their headlights and taillights are visible. The image is overlaid with a large yellow diagonal shape in the bottom right corner.

SOLUTIONS DE MESURE DES ÉMISSIONS DE PARTICULES DES MOTEURS

UN LEADER DU SECTEUR ET FABRICANT
D'INSTRUMENTS DE RÉFÉRENCE

NOTRE RÉPUTATION : ÊTRE À L'AVANT-GARDE EN MATIÈRE D'INSTRUMENTATION NOVATRICE

Au cours des 20 dernières années, TSI a été un développeur et un fournisseur clé de solutions d'instrumentation pour la mesure des particules émises par les moteurs à combustion interne des automobiles et des poids lourds, les engins mobiles et stationnaires non routiers, les moteurs d'avion et les moteurs bateaux avec des applications:

- + Développement et recherche sur les moteurs
- + Homologation de techniques de mesures du nombre de particules
- + Caractérisation des émissions de particules
- + Emissions en conditions réelles

DÉVELOPPEMENT ET RECHERCHE SUR LES MOTEURS

Les concepteurs de moteurs, les fabricants de filtres à particules pour moteurs diesel et essence (DPF/GPF) et les autres fournisseurs de composants automobiles s'appuient sur des données détaillées concernant la taille et la concentration des particules pour concevoir et optimiser les moteurs ou les équipements de post-traitement pour des véhicules à faibles émissions. En même temps, au fur et à mesure que les normes d'émissions des véhicules automobiles et des poids lourds sur route deviennent plus strictes, la contribution à la pollution issue de sources non routières telles que les moteurs d'avions et de bateaux continuera à augmenter. Les solutions de TSI permettent aux chercheurs et aux fabricants de rester à la pointe de la technologie pour développer des moteurs plus propres et plus économes en carburant.



HOMOLOGATION DE TECHNIQUE DE MESURES DU NOMBRE DE PARTICULES (PN)

TSI est depuis longtemps le leader du secteur en matière de fourniture de Compteur de Noyaux de Condensation (CNC) pour une myriade d'applications. En fait, c'est un CNC de TSI qui a été considéré comme l'instrument de référence standard lors du développement du groupe informel du Programme de mesure des particules (PMP) parrainé par la CEE-ONU, qui a contribué de manière significative au développement des réglementations européennes actuelles sur les émissions basées sur le nombre de particules. L'instrumentation pour les essais de réception utilise généralement le CPC pour les mesures à l'échappement du moteur de TSI dans le cadre de la solution complète d'instrumentation de mesure utilisée pour certifier un véhicule via des mesures sur banc à rouleaux.



CARACTÉRISATION DES PARTICULES DU MOTEUR

La caractérisation physico-chimique des particules émises par les moteurs à combustion interne permet aux chercheurs de comprendre la structure, la morphologie et la composition chimique des particules qui influencent leur comportement et leurs propriétés. Ces informations peuvent aider les fabricants de moteurs à réduire davantage les émissions de particules, aider les climatologues à développer des modèles pour la chimie atmosphérique, ou aider les fabricants de filtres à concevoir des filtres de protection respiratoire pour protéger les opérateurs d'équipements lourds, par exemple. MSP Corporation, une société de TSI, a toujours été un leader du secteur de développement et de fabrication d'impacteurs en cascade pour l'échantillonnage de particules par tailles, avec des applications allant des sources environnementales et des aérosols pharmaceutiques aux émissions de particules des moteurs.

EMISSIONS EN CONDITIONS RÉELLES

L'évaluation des niveaux d'émission des machines de construction, des moteurs bateaux, des bus et d'autres véhicules dans des conditions réelles est rapidement devenue un sujet populaire dans l'actualité récente. Le testeur d'émission de nanoparticules (3795 NPET) de TSI a été fabriqué pour cette application, qui est conforme au protocole d'essai des engins mobiles non routiers (NRMM) défini par la réglementation suisse 941.242.

Pour les applications présentant des concentrations de particules extrêmement élevées, par exemple dans les moteurs diesel non équipés de DPF, le NPET à haute (3795-HC) a été récemment développé. Il est utilisé pour mesurer les concentrations totales de particules solides en amont et en aval des moteurs avec DPF ou GPF, les émissions de démarrage à froid, ou les émissions de combustion de biomasse au-delà des contraintes de la réglementation suisse actuelle.

En Allemagne, les émissions de particules solides des poêles à bois peuvent également être mesurées avec le HC-NPET pour répondre aux exigences de l'écolabel allemand de certification Blue Angel.

Les mesures prises ces dernières années pour améliorer la représentativité des protocoles d'essai des moteurs et des véhicules par rapport aux conditions réelles et pour identifier les véhicules à fortes émissions ont conduit à la demande de mise en place de contrôles techniques périodiques (PTI). La mise en œuvre d'un programme de PTI pour les véhicules dans plusieurs pays européens, nécessite un compteur de particules solides peu coûteux, robuste, rapide et simple à utiliser, qui peut être déployé dans les milliers de garages de contrôle des émissions. Le gouvernement néerlandais a récemment publié une réglementation pour l'inspection des filtres à particules diesel en service à l'aide d'instruments de comptage de particules, applicable depuis le 1er janvier 2020.

DES SOLUTIONS AVANCÉES POUR LA MESURE DU NOMBRE ET LA TAILLE DE PARTICULES

SPECTROMÈTRE DE MESURE DE LA TAILLE DES PARTICULES D'ÉCHAPPEMENT MOTEUR 3090 (EEPS™)

- + Fournit des distributions granulométriques précises, avec une résolution temporelle de 10 Hz et 32 canaux de résolution granulométrique de 5,6 nm et 560 nm
- + Mesure en temps réel et avec une grande précision la distribution de la taille des particules en conditions transitoires
- + Les mesures du spectromètre EEPS™ sont en très bonne corrélation avec celles effectuées par le système conventionnel Spectromètre de Mobilité Électrique (Scanning Mobility Particle Sizer, SMPS™) lors de la mesure des émissions des moteurs en conditions de fonctionnement stable
- + De nombreuses grandes entreprises automobiles utilisent déjà le spectromètre EEPS™ dans leurs installations de cellules d'essai

Exemple de demande

Parmi ses nombreuses applications, le spectromètre 3090 EEPS a été utilisé pour suivre la bouffée transitoire d'émissions de particules couramment observée lors de la régénération du DPF (voir figure 1). Il est possible de mesurer non seulement le nombre total d'émissions, mais aussi la répartition par taille, qu'il est essentiel de connaître pour développer de meilleures stratégies de contrôle des moteurs et des dispositifs de post-traitement.

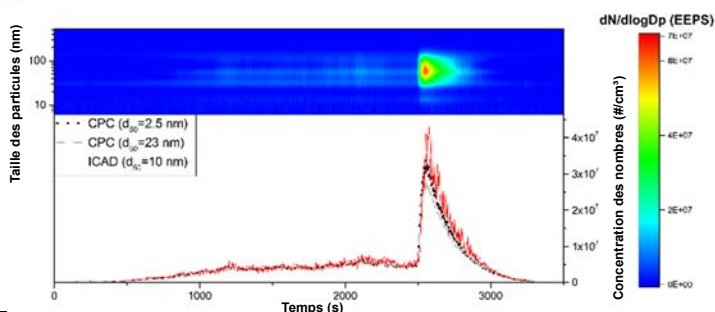


Figure 1. Distribution de la taille des particules et concentration en nombre après régénération du DPF sur un moteur diesel Euro 3 (51e réunion du PMP, Bruxelles, novembre 2019, projet Sureal23)

THERMODILUEUR À TUBE POREUX 3098 (PTT)

Les prochaines réglementations sur le nombre de particules après la norme EURO 6/VI exigeront des mesures précises des particules de moins de 23 nm à l'échappement des moteurs. Le Thermodilueur à Tube Poreux 3098 (Porous Tube Thermodiluter, PTT) est le système de conditionnement d'échantillons de nouvelle génération spécialement conçu pour le Spectromètre de mesure de la taille des particules d'échappement moteur 3090 (Engine Exhaust Particle Sizer™, EEPS™), pour caractériser les procédés de combustion avancés et les émissions de particules solides des moteurs modernes.

Le 3098 offre deux étages de dilution réglables indépendamment par l'utilisateur, basées sur la conception du dilueur à tube poreux (ce type de dilueur a été recommandé par les récents projets européens Horizon 2020).

Un « catalytic stripper » se trouve entre les étages de dilution, ce qui permet de mesurer uniquement les particules solides, comme l'exige la réglementation actuelle sur le nombre de particules.

- + Le système a été entièrement caractérisé pour les pertes de particules
- + Est livré avec une solution logicielle de contrôle unifiée et conviviale qui dispose également de la fonctionnalité du protocole AK pour l'intégration des cellules de test.

Ensemble, le 3090 EEPS et le 3098 PTT créent un système complet clé en main connu sous le nom de système de mesure des particules d'échappement du moteur modèle 3095. Cette solution facile à utiliser et robuste est l'outil idéal pour mesurer les aérosols bruts de combustion du moteur avant et/ou après un filtre à particules.



Figure 2. Système de mesure des particules dans les gaz d'échappement du moteur 3095 (spectromètre 3090 EEPS et thermodilueur à tube poreux 3098).

UN LEADER DE L'INDUSTRIE EN FOURNISSANT DES COMPTEURS DE NOYAUX DE CONDENSATION (CNC) POUR DIVERSES APPLICATIONS

COMPTEUR DE NOYAUX DE CONDENSATION (EECPC) 3790A

Ce détecteur de dernière génération, le 3790A EECPC, détecte les nanoparticules (conformément aux réglementations Euro 5/6 et Euro VI) et est souvent associé à deux diluants et à un séparateur de fractions volatiles (VPR) pour effectuer des mesures d'émissions de particules solides conformes au PMP.

LA VERSION 10 NM DU EECPC (LE 3790A-10)

Avec cette nouvelle version 3790A-10 disponible en amont de la prochaine législation post-Euro 6/VI de la CEE-ONU pour les voitures et les camions, les constructeurs automobiles et les fournisseurs qui les soutiennent disposent en amont des outils nécessaires pour développer leurs nouvelles solutions avant que les nouvelles réglementations ne soient appliquées.

Le tableau ci-dessous compare le 3790A EECPC de 23 nm et le 3790A-10 EECPC de 10 nm

Modèle EECPC	3790A	3790A-10
Objet	Conforme à la PMP pour les règlements Euro 6/VI actuels	Conforme à la PMP pour les règlements post-Euro 6/VI à venir
Efficiency near cutpoint	50% ± 12% à 23nm	65% ± 15% à 10nm
Plateau d'efficacité	> 90%	> 90%
Fourchette de concentration	0 à 1x10 ⁴ particules/cm ³	0 à 5x10 ⁴ particules/cm ³
Précision de la concentration	± 10% à ≤ 1x10 ⁴ particules/cm ³	± 10% à ≤ 5x10 ⁴ particules/cm ³
Temps de réponse	< 5s (~3s)	< 5s (~3s)
Débit d'aérosol	1000 cm ³ /min	1000 cm ³ /min



LES FACTEURS D'IMPACT POUR LE PRÉLÈVEMENT DE PARTICULES DE TAILLE DÉTERMINÉE

NANOMOUDI™ IMPACTEUR 125R

- + Utilisé pour identifier les principaux marqueurs moléculaires permettant de distinguer les particules selon leur source, notamment en fournissant des informations sur la consommation de carburant et de lubrifiants, la taille du moteur et son régime de fonctionnement
- + Des échantillons de particules séparées par leur taille peuvent être collectés en 13 fractions de taille entre 10nm et 10µm, pour une caractérisation physique et chimique ultérieure
- + Ce système a été utilisé dans le cadre du projet HORIZON 2020 PEMS4Nano, axé sur le développement d'appareils portables, pour détecter des particules jusqu'à 10nm pour des applications de conduite réelle



LE MONDE RÉEL. MESURES D'ÉMISSIONS FIABLES SUR SITE.

TESTEUR D'ÉMISSION DE NANOPARTICULES (3795 NPET)

Cet instrument portable et robuste est utilisé pour évaluer les niveaux d'émission dans des conditions réalistes pour : les machines de construction, les moteurs marins, les bus et autres moteurs non routiers.

- + Mode de mesure libre pour permettre des mesures de concentration en nombre continu
- + Dispose d'un mode de cycle d'essai conforme au protocole d'essai des engins mobiles non routiers (NRMM) défini par la réglementation suisse 941.242
- + Approuvé pour la vérification de la conformité à la réglementation suisse SR 747.201.3 pour les moteurs diesel marins équipés de filtres à particules
- + Fonctionne en toute sécurité jusqu'à -10°C et jusqu'à 3 000 m d'altitude
- + En raison de son degré de sensibilité, il permet de détecter des concentrations élevées en nombre causées par de petites fissures ou fuites dans les filtres à particules diesel, qui ne peuvent être détectées à l'aide d'Opacimètres classiques

NPET À HAUTE CONCENTRATION (3795-HC)

Pour les applications présentant des concentrations de particules extrêmement élevées, par exemple dans les moteurs diesel non équipés de DPF, le 3795-HC est l'instrument de choix.

- + Mesure jusqu'à 100 millions de particules par centimètre cube
- + Mesurer les concentrations totales de particules solides en amont et en aval des moteurs avec DPF ou GPF, les émissions de démarrage à froid ou les émissions de combustion de biomasse au-delà des contraintes de la réglementation suisse actuelle
- + Mesurer les émissions de particules solides pour permettre aux fabricants de développer en amont de nouvelles solutions et avant l'application de nouvelles réglementations.
- + Mesurer les émissions de particules solides des poêles à bois (conformément aux exigences de l'écolabel de la certification Blue Angel)



CONTRÔLES TECHNIQUES PÉRIODIQUES (PTI)

Depuis 2016, TSI travaille avec un groupe de scientifiques et de décideurs politiques de Suisse, d'Allemagne, de Belgique et des Pays-Bas pour développer un nouveau testeur pour les prochains programmes PTI. La motivation de ce nouvel instrument était de disposer d'un outil permettant de vérifier rapidement si les DPF fonctionnent correctement pendant le cycle de vie du véhicule et, en outre, d'identifier les véhicules très polluants dont les DPF sont défectueux.

Veillez vous référer au tableau ci-dessous pour déterminer l'instrument TSI approprié en fonction des exigences spécifiques de votre application :

Mesure avec :	3095 EEPMS (EEPS/PTT)	3795 NPET	3795 HC-NPET
Applications	Recherche et développement	Engins mobiles non routiers et moteurs diesel marins. Agréé METAS	Mesures pré/post DPF/GPF PN.
Résolution de la taille	32 intervalles de taille (16 chaînes par décade)	N/A	N/A
Gamme de taille des particules	5.6 nm à 560nm	23nm à 1µm	23nm à 1µm
Fourchette de concentration	>1x10 ⁴ part/cm ³ à une dilution de 10:1 à une dilution de 1x10 ⁹ parties/cm ³ @ 500:1	1 000 à 5x10 ⁶ particules/cm ³	2 000 à 1x10 ⁸ particules/cm ³
Rapport de dilution	10 à 500 (réglable par l'utilisateur)	10 (fixe)	200 (fixe)
Résolution du temps	10 Hz	1 Hz	1 Hz
Détecteur de particules volatiles	Catalytic Stripper	Catalytic Stripper	Catalytic Stripper

Systèmes de comptage et de mesure de la taille des particules solides disponibles auprès de TSI



Pour en savoir plus,
consultez le site
tsi.com/emissions-moteur/



UNDERSTANDING, ACCELERATED

TSI Incorporated - Pour de plus amples informations, consultez notre site Web à l'adresse **www.tsi.com**.

États-Unis Tél: +1 800 874 2811
Inde Tél: +91 80 67877200
Royaume-Uni Tél: +44 149 4 459200
Chine Tél: +86 10 8219 7688

France Tél: +33 1 41 19 21 99
Singapour Tél: +65 6595 6388
Allemagne Tél: +49 241 523030