

Analyse de la communication de T&E sur les émissions des poids-lourds GNL

17 Octobre 2019

A propos du projet Équilibre

Le projet Équilibre a été lancé en 2016 pour évaluer comparativement les performances économiques et environnementales des véhicules diesels et gaz (Gaz Naturel Liquéfié et Gaz Naturel Compressé). L'objectif était d'étudier les véhicules **en situation réelle d'exploitation** en caractérisant l'usage du véhicule depuis le démarrage du moteur en début de journée jusqu'à son arrêt en fin de journée.

Ce projet, indépendant et labélisé par le pôle de compétitivité CARA¹, a été menée à l'initiative d'un consortium de transporteurs et s'appuie sur l'expertise du CRMT² et de TRUCKONLINE³ pour l'instrumentation des véhicules, et sur celle de l'IFSTTAR⁴ pour l'analyse des données et la modélisation associée.

Avec près d'un million de kilomètres audités sur 12 poids-lourds de différentes marques, le projet a mis en évidence les différents facteurs influençant la consommation et les émissions de NO_x des véhicules lourds.

Contact :

Pascal Megevand, coordinateur projet Équilibre, pascal.megevand@megevand-freres.fr
www.projetequilibre.fr

Résultats :

Projet Équilibre : Analyse des consommations et émissions de véhicules Gaz et Diesel, Rapport final 1.6a, IFSTTAR, 2019

<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02139437/>

<http://www.projetequilibre.fr/rapport-officiel-du-projet-equilibre/> (rapports en français et en anglais)

La fédération européenne « Transport & Environment - T&E » a récemment publié un document⁵ à charge contre les poids-lourds au gaz. Ce document ainsi que les rapports du TNO (*Netherlands Organisation for Applied Scientific Research*), qui ont servi de base à la publication de T&E, ont été analysés. La note qui suit est une réponse du consortium Equilibre.

¹ European cluster for mobility solution, <https://www.cara.eu>

² Centre de Recherche en Machines Thermiques, www.crmt.fr

³ Solution globale de gestion de flotte TRUCKBOX, www.truckonline.pro

⁴ Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux, <https://www.ifsttar.fr>

⁵ <https://www.transportenvironment.org/publications/do-gas-trucks-reduce-emissions>

I. Analyse du rapport T&E

Pour sa publication, T&E base son argumentation sur un ensemble d'études réalisées par TNO entre 2013 et 2019 en présentant les résultats comme incontestables alors que TNO avance prudemment ses résultats, en émettant des réserves, comme, par exemple :

*“This study presents emissions test results of **only two** LNG vehicles, which means that the statistical significance for drawing generalized conclusion on the comparison with diesel is very low.” [TNO 2017 R11336 p. 34].*

“No conclusions can be drawn about the observed differences between vehicles or fuels as the diesel vehicles were tested in the lab while for the three LNG trucks particle numbers were measured on the road. Also the test trips were not the same and the number of tests and vehicles is too low to draw generalised conclusions. Also the instruments of road and lab test differ.” [page 29, TNO 2019 R10193].

Traduction :

« Cette étude présente les résultats de tests d'émissions de **seulement deux** véhicules GNL, ce qui signifie que la signification statistique pour tirer une conclusion à portée générale sur la comparaison avec le diesel est très faible. » TNO 2017 R11336 p. 34].

« Aucune conclusion ne peut être tirée au sujet des différences observées entre les véhicules ou les carburants, car les véhicules diesel ont été testés en laboratoire alors que pour les trois camions de GNL, le nombre de particules a été mesuré sur la route. De plus, les parcours d'essai n'étaient pas les mêmes et le nombre d'essais et de véhicules est trop faible pour en tirer des conclusions générales. Les instruments d'essai routier et de laboratoire différent également. » [page 29, TNO 2019 R10193].

Contrairement à ce que nous avons toujours respecté au sein du projet Equilibre, T&E s'est autorisé à tirer des conclusions générales, pour qualifier une technologie, sur la base de publications parcellaires, et non représentatives (d'un point de vue statistique).

Par ailleurs, il existe de nombreuses autres publications aboutissant à des conclusions opposées. Il nous semble donc hasardeux de présenter ces résultats comme affirmés.

Nous axons donc cette note sur l'analyse des études de TNO ayant servi à la base de la publication de T&E en les comparant à nos propres résultats.

II. Analyse des études TNO

Avant d'analyser les rapports TNO, il est nécessaire de mentionner la différence de finalité entre les travaux de cet organisme et ceux menés dans le cadre du projet Equilibre. Schématiquement, TNO a conduit des études vérifiant la conformité de véhicules aux normes Euro VI (donc dans des conditions normatives), autrement dénommé « test ISC⁶ », alors que l'objectif du projet Equilibre était une étude des facteurs expliquant la consommation et les émissions dans des **situations réelles d'exploitation**.

Les émissions mesurées ou calculées concernent les particules fines, le CO₂ et les NO_x. A l'heure actuelle, pour les particules fines, il n'existe pas de capteurs réalisant, avec une précision suffisante, des mesures embarquées (encombrement, poids et prix) et en situation réelle d'exploitation (agrément des autorités).

⁶ In Service Conformity

Aucune mesure de ce type n'a donc été réalisée dans le cadre du projet Equilibre. **Par ailleurs, les différences d'émissions de CO₂ entre des véhicules gaz et diesel sont trop faibles pour que le sujet mérite une analyse approfondie.**

Nous limiterons donc la réponse à la question de l'émission des NO_x.

La synthèse de l'analyse comparative (voir annexes A, B et C sur les données et leur collecte) entre les conclusions des études TNO et les résultats issus du projet Equilibre est la suivante :

- les émissions mesurées par TNO sur les véhicules diesel sont **TRÈS** inférieures à celles observées au cours du projet Equilibre ;
- la dégradation des émissions des véhicules diesel en cycle urbain est **TRÈS** supérieure à celle observée par TNO ;
- la variabilité des émissions entre les différents véhicules (marques et modèles) est très importante ; les moyennes établies ne sont donc pas significatives et on ne peut tirer de conclusions générales alors que le nombre de véhicules audités est très faible.

On voit donc que les résultats du projet Equilibre contredisent les résultats du TNO. Ces trois points vont être détaillés dans la suite de cette note.

III. Émissions des véhicules diesel

La comparaison des véhicules gaz et des véhicules diesel publiée par T&E repose sur des mesures réalisées par TNO. La lecture de ces productions appelle deux remarques fondamentales :

- **Une validité statistique contestable et contestée** : la totalité des conclusions de T&E et du TNO repose sur un total de quelques milliers de kilomètres parcourus, là où les résultats du projet Equilibre reposent sur **huit cent mille kilomètres** parcourus pendant deux ans ; ainsi, dans le cadre du projet Equilibre on a considéré comme statistiquement non significatif des kilométrages dix fois supérieurs à ceux utilisés par le TNO pour élaborer leurs résultats ;
- **Des conditions de réalisation très hétérogènes** : non seulement les conditions dans lesquelles ont été réalisées les mesures TNO (sur des parcours de test différents) ne sont pas suffisamment spécifiées, et le peu qui le soit révèle déjà une grande hétérogénéité. L'expérience acquise dans le cadre du Projet Equilibre, nous permet d'affirmer que tout le problème réside dans le fait que le taux d'émissions de NO_x **varie dans un rapport de un à dix** en fonction de l'instabilité de la vitesse, et par conséquent en fonction de l'intensité du trafic ou des aménagements de la voirie (e.g. rond-point, feu de signalisation, ralentisseur, etc.). Il faut donc un kilométrage très important pour obtenir des mesures fiables. Il faut ensuite un indicateur mesurant l'instabilité du trafic (la vitesse moyenne n'est pas un indicateur suffisamment précis pour cela) pour estimer les conditions de la mesure.

La figure 1 montre l'écart entre les résultats publiés par le TNO et ceux obtenus par l'IFSTTAR dans des conditions expérimentales plus solides : un kilométrage cent fois supérieur et des conditions réelles d'exploitation. On notera que les résultats publiés par le TNO sont des données issues du processus de certification, alors que les résultats publiés par l'IFSTTAR sont les émissions complètes (voir annexe D pour l'explication).

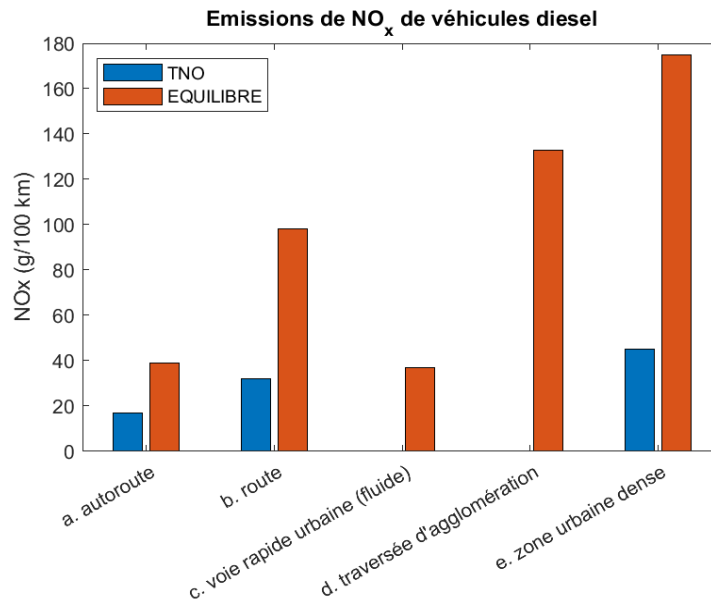


Figure 1. Comparatif des émissions réelles (IFSTTAR) et d'après la procédure de certification (TNO)
 TNO : ~ 4000 km. IFSTTAR : ~ 400.000 km.

Le véritable problème est donc l'affirmation de bonnes performances de véhicules diesel. On notera en particulier qu'en situation réelle d'exploitation, les émissions des véhicules diesel deviennent importantes en zone urbaine à cause de l'instabilité de la vitesse.

IV. Comparaison des véhicules diesel et des véhicules gaz

A titre illustratif, la figure 2 montre des émissions de NO_x plus faibles pour les véhicules gaz à partir des données issues du projet Equilibre. Comme nous allons l'expliquer dans le paragraphe suivant (§ V), cette comparaison entre les véhicules gaz et les véhicules diesel est sujette à caution dans la mesure où elle repose sur une taille d'échantillon trop faible.

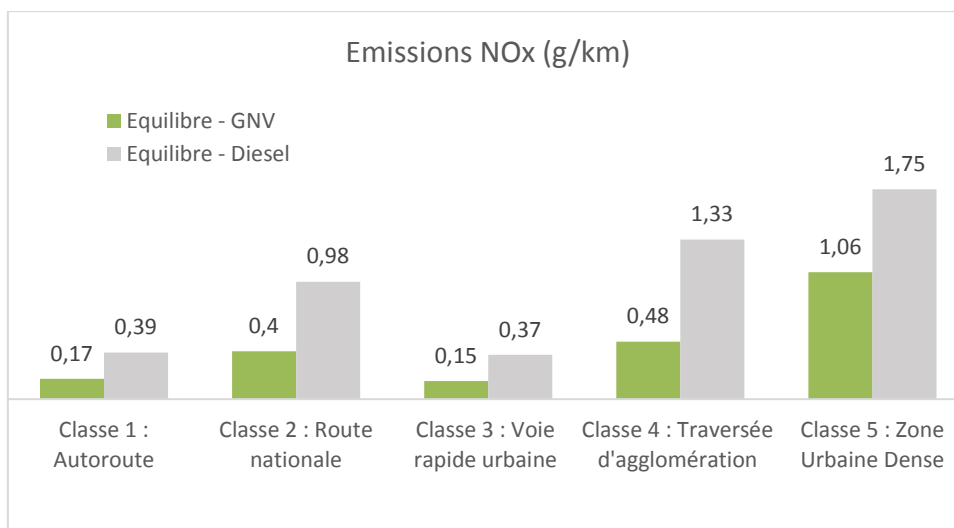


Figure 2. Comparatif des émissions moyennes observées dans le cadre du projet Equilibre

Une comparaison plus valide entre le meilleur véhicule gaz et le meilleur véhicule diesel (parmi ceux audités par le projet Equilibre) a été réalisée sur le périphérique d'Annecy (D3508) emprunté pendant deux ans par ces deux véhicules. Ces trajets ont été réalisés à toute heure : la vitesse moyenne révèle un fort trafic moyen.

Type de PL	Kilométrage (km)	Vitesse moyenne (km/h)	Consommation (.../100km)	Emissions de NO _x (g/km)
Diesel	2521	53	26 (l)	1,60 ou 1,10
Gaz Naturel	5283	54	28 (kg)	0,33

Tableau 1. Émissions sur le périphérique d'Annecy (D3508)

On remarque (tableau 1) que les mesures révèlent un taux d'émission trois à cinq fois supérieur pour les véhicules diesel : la première valeur (1,6 g/km) intègre les démarrages à froid pour les véhicules diesel ; la seconde valeur (1,1 g/km) exclut les démarrages à froid (trajets du matin après sortie du dépôt). Ces différences de taux d'émissions seraient généralisables à la circulation en zone urbaine.

V. Forte variabilité des résultats

Le projet Equilibre a également mis en évidence la très grande variabilité des performances des véhicules audités, aussi bien pour les véhicules diesel que pour les véhicules gaz. Ces différences de performances tiennent essentiellement à l'absence de maturité des technologies de dépollution. Il y a donc de bons et de mauvais véhicules et moyenniser les performances sur les véhicules plus vertueux et moins vertueux n'a pas de sens si l'on souhaite généraliser les conclusions. À cela il faut encore ajouter une très grande variabilité entre véhicules – puissance du moteur, rapport de ponts, GNC/GNL, etc. – et une grande variabilité d'usage, rendant les comparaisons difficiles.

La figure 3 reporte les valeurs des émissions pour l'ensemble des tracteurs audités durant le projet. On notera deux points :

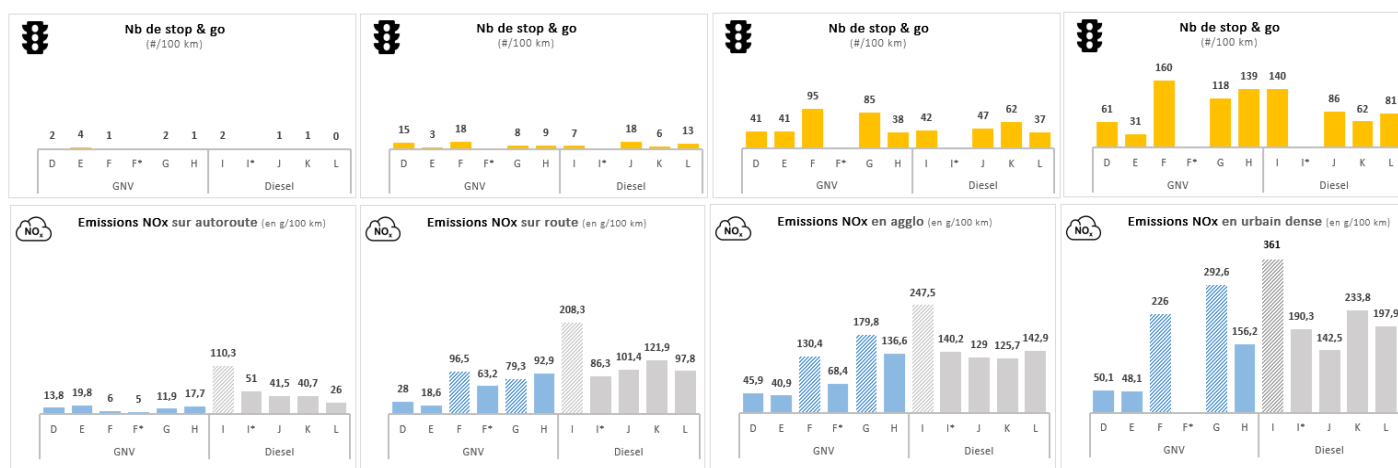


Figure 3. Émissions des véhicules (44t) audités durant le projet Equilibre

- le nombre de « stop & go », en urbain notamment, révèle qu'il n'y a pas deux véhicules qui rencontrent exactement les mêmes conditions d'exploitation ;
- certains véhicules apparaissent à deux reprises (e. g. I et I*) du fait de dysfonctionnements détectés au cours du projet et corrigés par le constructeur. De tels dysfonctionnements (pannes des équipements), font partie de la réalité de l'exploitation.

VI. Conclusion

Le projet Equilibre a été l'occasion de l'élaboration d'une méthodologie pour l'audit des poids-lourds (PLs) en situation réelle d'exploitation d'un point de vue de consommation énergétique et des émissions de polluants (CO₂ et NO_x principalement). Le retour d'expérience a confirmé la nécessité de ce travail : ni les données des constructeurs ni la certification ne rendent compte de la consommation énergétique et des émissions de polluants des PLs en situation réelle d'exploitation.

Premièrement, la grande hétérogénéité des véhicules au sein d'une même classe et la variabilité des conditions d'exploitation ne permettent pas de tirer de conclusions générales sur une classe de véhicules.

Deuxièmement, les données des constructeurs ou les résultats de la certification sont trop éloignés de la réalité de l'exploitation.

Jusqu'ici dans le cadre du projet Equilibre, l'objectif étant uniquement d'appréhender et de comprendre la réalité du terrain, en qualifiant les véhicules préalablement anonymisés. Cependant, pour permettre aux transporteurs de choisir le véhicule adapté à leur besoin, il faudra un audit et une évaluation individuelle de chaque véhicule.

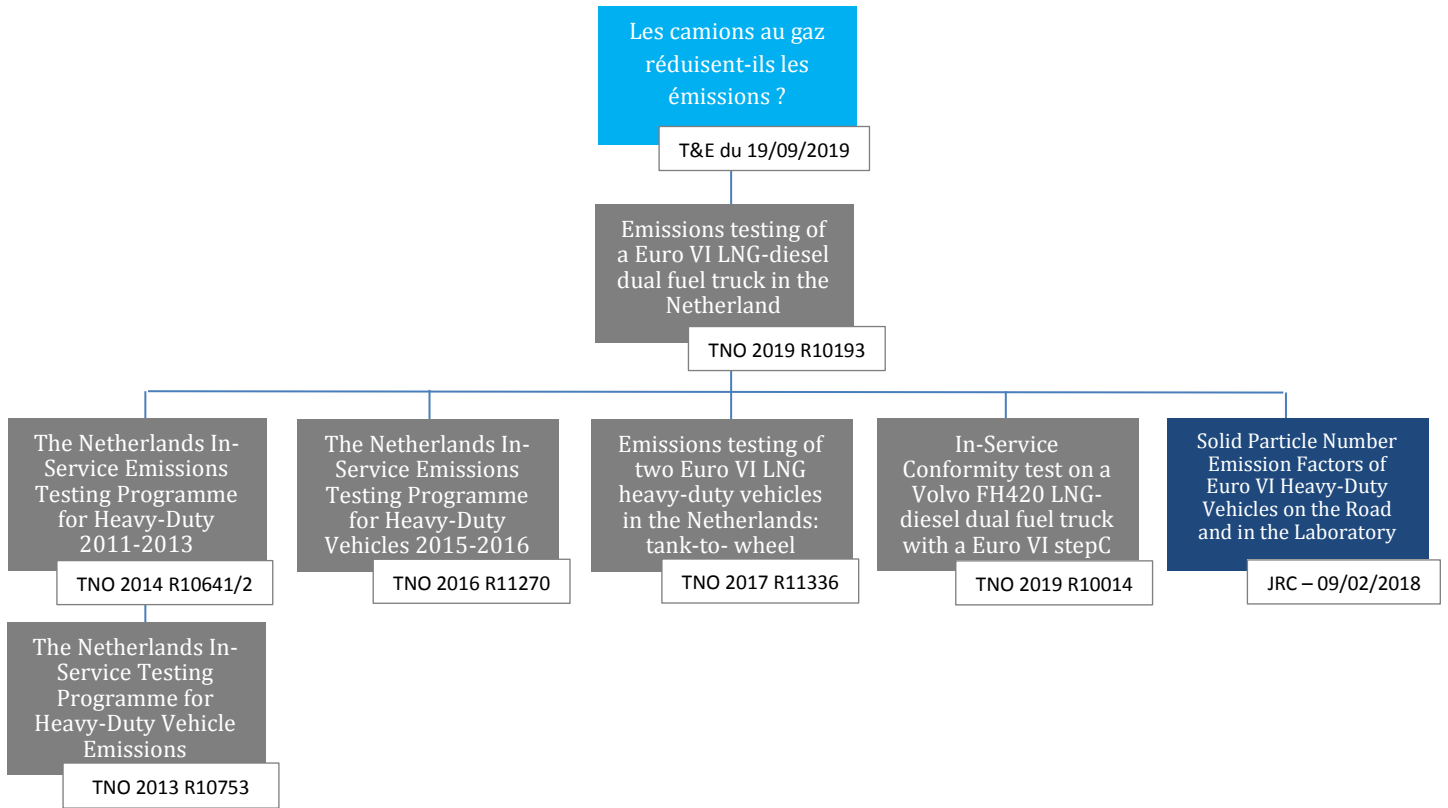
En effet :

- il est nécessaire de mettre en place des procédures d'évaluation (à distinguer des procédures de certification) rendant compte de la réalité de l'exploitation ;
- ces évaluations doivent être menées de façon transparente et indépendamment des constructeurs et de tout autre organisme présentant un parti-pris.

En ce qui concerne le comparatif entre le gaz naturel et le diesel, la seule conclusion sûre du projet Equilibre est un taux d'émissions de NO_x beaucoup plus faible pour le gaz que pour le diesel quand les conditions d'exploitation sont sévères, c'est-à-dire en urbain ou en présence d'un fort trafic. Cette conclusion est en accord avec ce que l'on sait du fonctionnement des systèmes de dépollution des véhicules diesel – ils fonctionnent très mal dans les régimes transitoires. Cette conclusion est exactement à l'opposé des affirmations peu fondées de T&E.

Annexe A : Données de TNO

Organigramme des documents utilisés et filiations :



Kilomètres parcourus par les véhicules dans l'étude TNO

km parcourus	Urban	Rural	Motorway	Total	Commentaires
Diesel (n=5)	82.5	241	664	987.5	Hypothèse , 5 camions en N3Old
Iveco LNG	49.5	144.6	398.4	592.5	hypothèse 3*N3
Scania LNG	49.5	144.6	398.4	592.5	hypothèse 3*N3
Volvo LNG	16.5	48.2	132.8	197.5	d'après analyse doc TNO , 1 seul essais N3Old

Figure 1: kilométrages parcourus pour les mesures CO₂ (diesel n=5)

km parcourus	Urban	Rural	Motorway	Total	Commentaires
Diesel (n=6)	99	289.2	796.8	1185	Hypothèse , 6 camions en 3*N3Old
Iveco LNG	49.5	144.6	398.4	592.5	hypothèse 3*N3
Scania LNG	49.5	144.6	398.4	592.5	hypothèse 3*N3
Volvo LNG	16.5	48.2	132.8	197.5	d'après analyse doc TNO , 1 seul essais N3Old

Figure 2: kilométrages parcourus pour les mesures de NO_x (diesel n=6)

Les véhicules Diesels testés par TNO :

Table 3: Overview of 6 Euro VI diesel heavy goods vehicles in the PEMS database that are comparable to the LNG trucks tested in the programme covered by this report.

TNO vehicle code	MB113	SC116	MA118 ¹	DA122	IV123	VO124
Vehicle type	Tractor semi-trailer	Tractor semi-trailer	Rigid-trailer	Tractor semi-trailer	Tractor semi-trailer	Tractor semi-trailer
Brand type	Mercedes Actros	Scania R	MAN TGM	DAF XF	Iveco Hi-way	Volvo FH
Axles	4x2	6x2	4x2	4x2	4x2	4x2
Power [kW]	312	353	251	340	312	345
Final reduction ratio	2.61	2.71	n.a.	2.69	2.64	2.64

¹Not used for the comparison of CO₂ emissions because the vehicle configuration, being a rigid-trailer, is different compared to the LNG tractors semi-trailers. Levels of criteria pollutants are expected to be comparable between the vehicle configurations, so for these pollutants all 6 diesel vehicles were taken into account in the comparison.

Remarque : le véhicule « MAN » n'a pas été pris en compte pour la comparaison sur le CO₂, mais a été gardé pour les NO_x, car c'est un porteur, les autres étant des tracteurs.

Table 5 Results of the PEMS in-service conformity tests of Euro VI diesel heavy-duty vehicles.

Vehicle code	Make/model	Euro class	Vehicle cat.	Fuel	PEMS trip	CF NO _x	CF HC	CF CO	CF limit all gases
MB113	Mercedes-Benz Actros	Euro VI	N3	Diesel	Euro VI N3	0.12	0.01	0.24	1.5
SC116	Scania R440	Euro VI	N3	Diesel	Euro VI N3	0.85	0.14	0.20	1.5
MA118	MAN TGM	Euro VI	N3	Diesel	Euro VI N2 ¹	0.46	0.14	0.13	1.5
DA122	DAF XF FT	Euro VI	N3	Diesel	Euro VI N2 ¹	0.23	0.00	0.39	1.5
IV123	Iveco Stralis	Euro VI	N3	Diesel	Euro VI N2 ¹	0.20	0.09	0.35	1.5
VO124	Volvo FH460	Euro VI	N3	Diesel	Euro VI N2 ¹	1.00	n/a	0.31	1.5

¹In some cases N2 PEMS trips were driven instead of the formally required N3 trips. The N2 trip contains a longer fraction of urban driving (40-50%) than the N3 trip (15-25%) and is therefore seen as somewhat more severe with regard to NO_x emissions.

Remarque : les chiffres annoncés ici sont en facteur de conformité par rapport à la norme ISC. Ces résultats sont issus de recalculs et ne sont pas des données brutes cumulées sur un cycle. La limite autorisée est un facteur de conformité de 1.5 (pour chaque polluant). Il correspond à 1,5 fois le seuil maximum autorisé au banc d'essais par Euro VI. Exemple la limite des Nox au banc d'essais est de 0.46g/kWh, en ISC elle est de 0.69g/kWh.

Les véhicules Gaz testés par TNO :

TNO vehicle code	IV162	SC163	VO180
Vehicle type	Tractor semi-trailer	Tractor semi-trailer	Tractor semi-trailer
Brand type	Iveco Stralis Hi-Road	Scania G340	Volvo FH420
Axles	4x2	4x2	4x2
Power(kW)	294	250	309

Emissions de NO_x d'un véhicule diesel, moteur « froid », donnée TNO (rapport R10641)

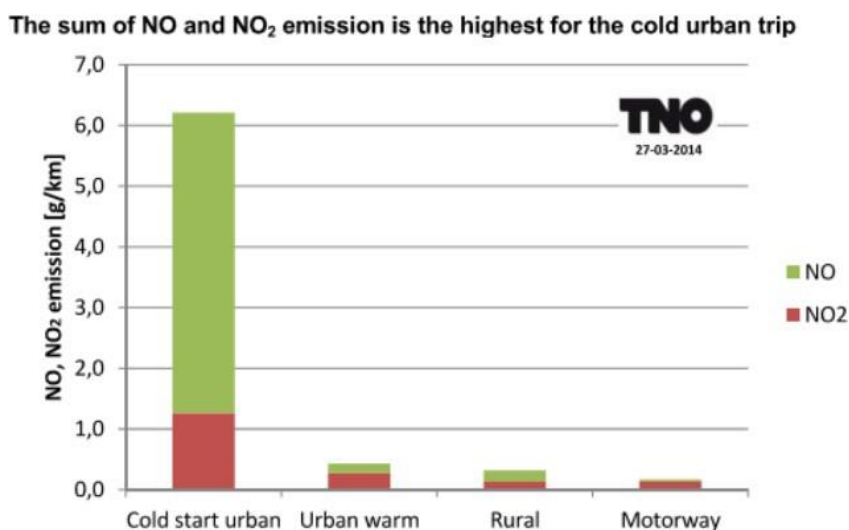


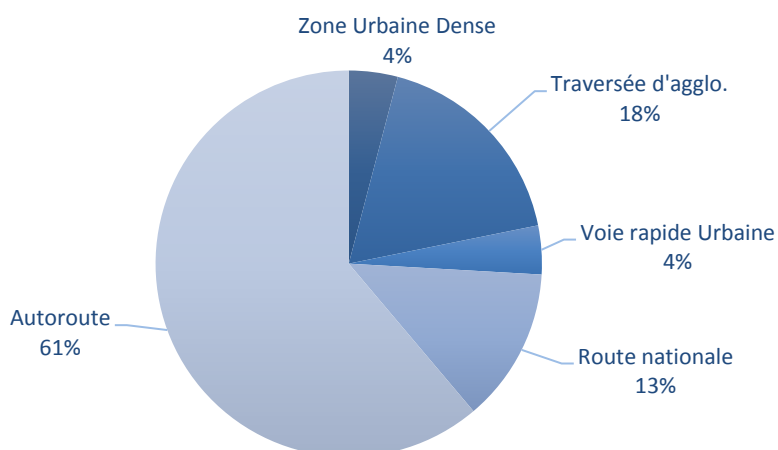
Figure 18: NO and NO₂ emissions of the Euro VI heavy-duty diesel vehicles, averaged for all vehicles and per type of operation. NO and NO₂ are calculated as NO₂ equivalent.

Annexe B : Données du projet Equilibre

Kilomètres parcourus par les tracteurs 44t audités par le projet Equilibre

<i>km parcourus</i>	Zone Urbaine Dense	Traversée d'aggl.	Voie rapide Urbaine	Route nationale	Autoroute	Total
Equilibre Scania GNC	5 194	47 899	56	17 883	14 531	85 563
Equilibre Scania GNC	4 249	27 738	605	24 257	12 606	69 455
Equilibre Iveco GNC/GNL	243	6 376	518	3 733	57 107	67 977
Equilibre Iveco GNC	220	1 139	297	1 081	1 552	4 289
Equilibre Iveco GNL	10 763	3 246	12 566	13 915	100 814	141 304
Equilibre Iveco Diesel	9 891	18 962	13 063	23 811	87 561	153 288
Equilibre Volvo Diesel	1 470	23 837	4 133	12 978	139 152	181 570
Equilibre DAF Diesel	203	3 980	69	1 201	25 187	30 640
Equilibre Scania Diesel	431	8 430	1 277	4 405	50 061	64 604

Répartition des 800 000 kilomètres parcourus par l'ensemble des 44t audités par le projet Equilibre



Annexe C : Description des moyens de mesure du projet Equilibre

CRMT a réalisé la collecte des données moteur tout au long de la campagne d'essai Equilibre, et est fournisseur des données brutes à destination de l'Ifsttar.

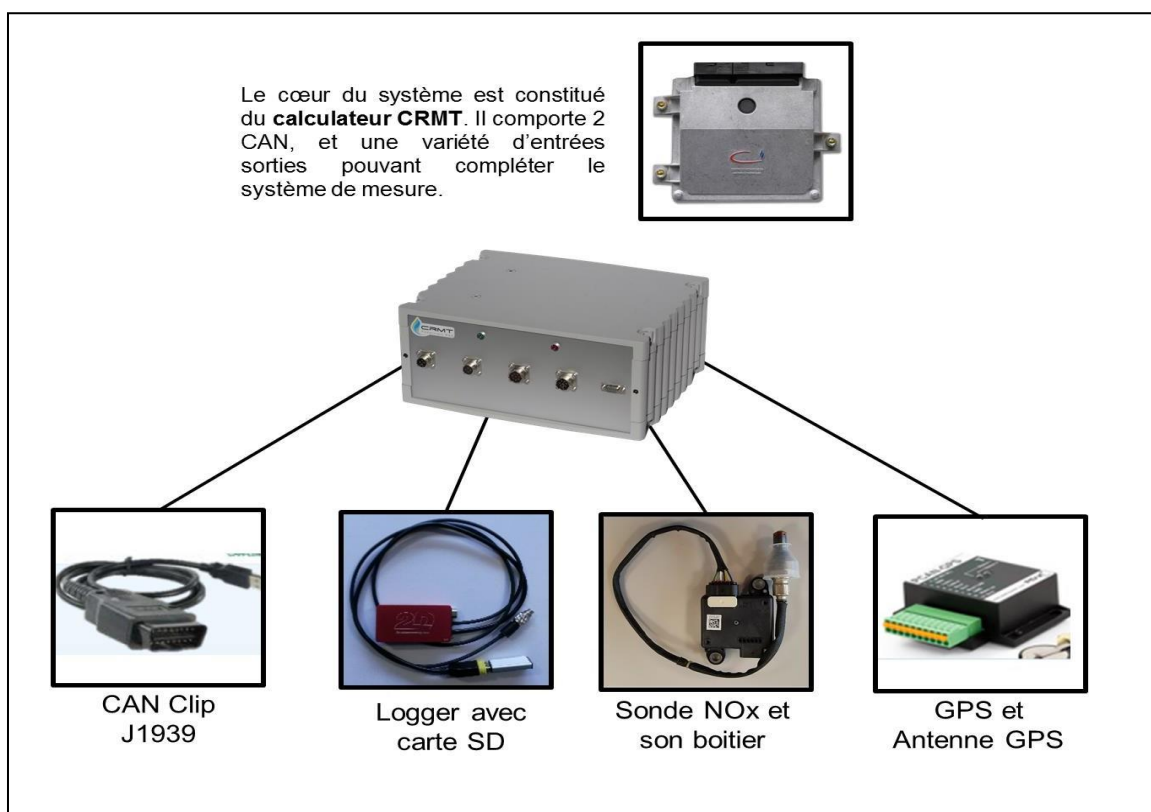
Les mesures d'émissions ont été réalisées avec les boîtiers CEMS (Continuous Emission Measurement System) de CRMT.

I. Description du système CEMS

I.1 Composants

Le système est composé des éléments suivants :

- Un boîtier contenant une électronique de gestion de l'ensemble du système,
- Un CANCLIP permettant la lecture du CAN véhicule sans contact, garantissant ainsi l'absence de perturbation de fonctionnement du véhicule.
- Une sonde NO_x et son boîtier de conditionnement
- Un logger avec carte SD de 16Go
- Un GPS et son antenne fournissant la position du véhicule
- Un ensemble de faisceaux permettant l'alimentation électrique du système et la connexion des composants au boîtier.



I.2 Paramètres enregistrés

Les données suivantes sont enregistrées sur la carte mémoire du système:

A partir de la prise CAN clip J1939 (si présent):

- Régime et couple moteur (couple indiqué, couple de friction et couple de référence)
- Températures eau moteur
- Débit carburant donné par le calculateur
- Vitesse véhicule (tachographe)
- ...

A partir des autres capteurs installés sur le véhicule :

- NO_x en ppm
- O₂ échappement en %
- Date et heure GPS
- Latitude / longitude / altitude (GPS)
- Vitesse véhicule (GPS)

Les sondes NO_x ont été validées au banc d'essai et comparées aux mesures d'une baie d'analyse avant installation sur les véhicules du panel Equilibre.

I.3 Enregistrement des mesures

Les données sont stockées sur la carte SD à une fréquence de 5Hz.

I.4 Traitement des mesures

Sur la base des données enregistrées, un logiciel CRMT calcule les paramètres suivants :

- Puissance moteur
- Débit carburant
- Débit carburant cumulé
- Débit des gaz d'échappement
- Débit NO_x
- Débit NO_x cumulé
- Débit CO₂
- Débit de CO₂ cumulé

Les mesures fournies sont au format CSV

Le débit échappement est calculé sur la base de la teneur en O₂ des gaz d'échappement, du débit carburant fournis par le calculateur moteur, et du rapport stœchiométrique du carburant. Un calcul a posteriori est réalisé par l'Ifsttar pour la prise en compte des variations de compositions du gaz.

II. Validations réalisées :

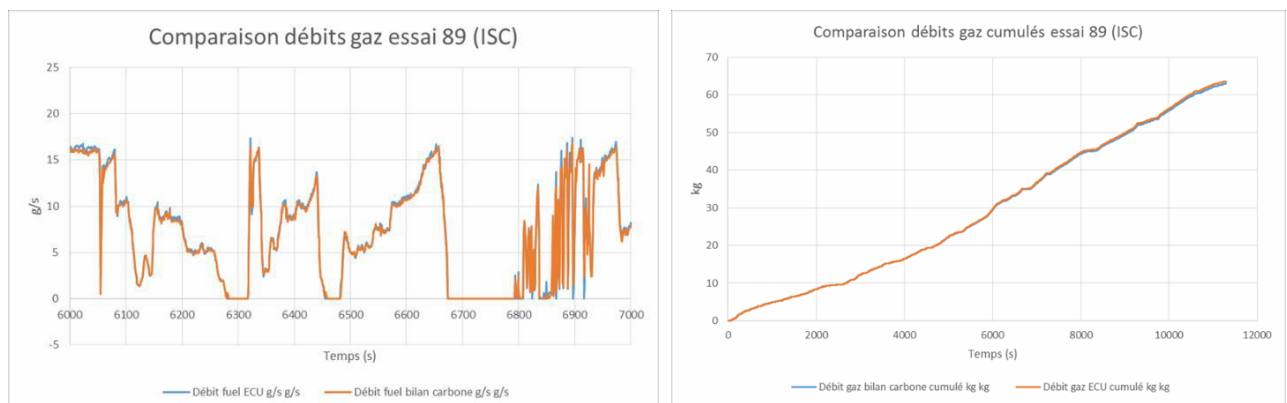
La validité des mesures a été vérifiée sur plusieurs véhicules du panel Equilibre, en réalisant des essais comparatifs PEMS / CEMS (5 campagnes de mesure PEMS).

Les PEMS utilisés pour ces validations étaient soit du matériel Semtech de la société Sensors, soit du matériel OBS ONE de la société Horiba.

II.1 Validation des débit gaz fournis par les calculateurs moteur

Pour les véhicules Diesel, les débits de carburants instantanés fournis par le calculateur moteur donnent des niveaux de précisions suffisants pour le calcul des émissions. Pour les véhicules gaz, une vérification a été réalisée, les débits gaz calculés par bilan carbone (PEMS) ont été comparés aux débits gaz fournis par les calculateur moteur sur le CAN.

Les figures ci-dessous présentent un exemple de résultats (composition du gaz mesurée par chromatographie)

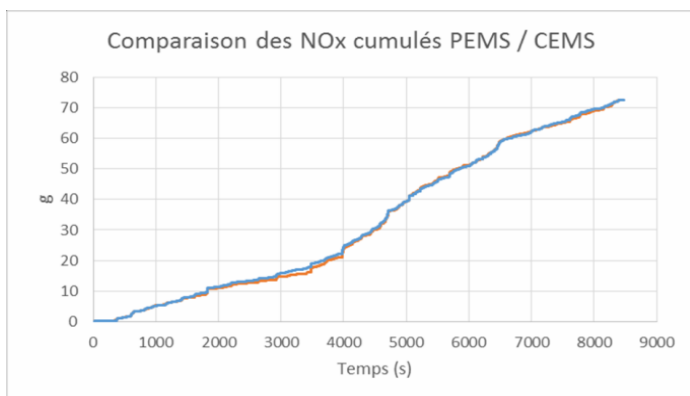
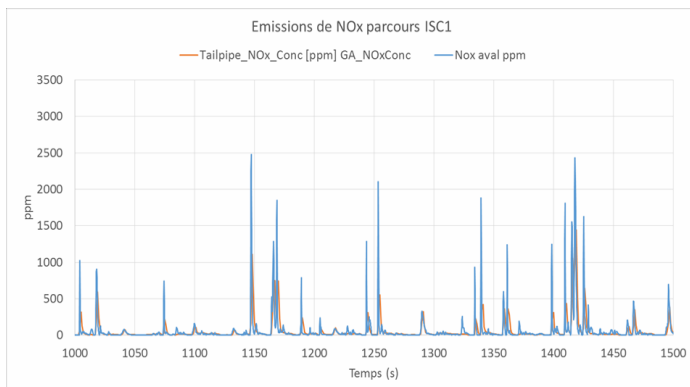
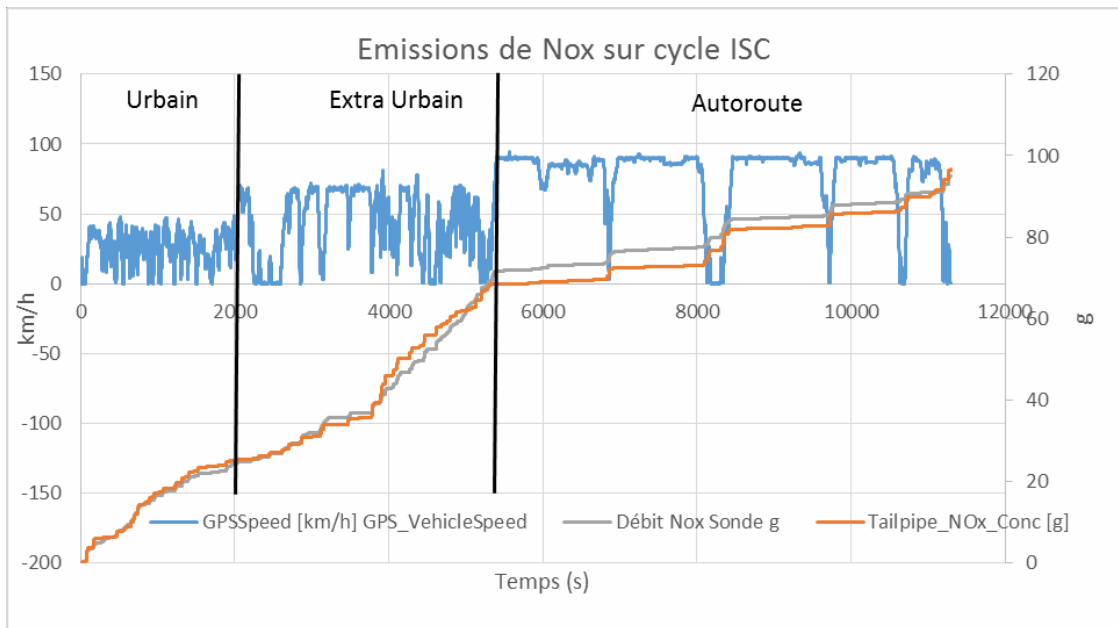


La très bonne correspondance des débits gaz ECU / PEMS, a permis de valider la possibilité d'utilisation du débit fourni sur le CAN par les calculateurs moteur.

II.2 Validation du calcul des émissions NO_x fournis par le CEMS

La validité des calculs réalisés en utilisant le CEMS a été vérifié sur plusieurs motorisations, sur des parcours normalisés (ISC In Service Conformity) ou non.

Les figures ci-dessous présentent des exemples de validation :



Ces exemples montrent la comparaison de mesures réalisées avec des PEMS, incluant une mesure de débit d'échappement pour le calcul massique des NO_x, et la mesure réalisée par le CEMS, sur la base du capteur NO_x, de l'information débit de carburant, et teneur en O₂ des gaz d'échappement (issue du capteur NO_x).

La très bonne correspondance des niveaux obtenus nous a permis de qualifier la méthode CEMS.

II.3 Vérification des mesures

Pour chaque véhicule, avant fourniture pour analyse à l'Ifsttar, les données sont analysées à l'échelle de la journée.

Annexe D : Certification EURO VI versus Émissions réelles

La procédure de certification EURO VI – cycles et procédures de calcul – est conçue pour pouvoir comparer des véhicules sur la base d'une situation de référence. En aucun cas, les résultats produits par la certification ne reproduisent la réalité du terrain. En dehors du cadre de cette norme, il existe ainsi une multitude de scénarios et surtout plusieurs méthodes de post-traitements des données brutes rendant les comparaisons d'expérimentations difficiles voire impossibles. En particulier, la méthode approuvée pour le calcul de la norme EURO VI a l'inconvénient de conduire à une très forte sous-estimation des émissions :

“Our analyses revealed that up to 85% of the NO_x emissions measured during the tests performed are excluded if the current boundaries for post-processing of PEMS based data are applied. Thus, as of today, a large fraction of the NO_x emitted by the heavy-duty monitored fleet is not reflected by the emission factors calculated. The highest NO_x emissions were invariably found on urban operation, which is of great concern for urban air quality and human exposure. The use of a 20% power threshold as boundary condition resulted in up to 80% of windows been excluded from emissions analysis. Most of these windows pertain to urban operation. Therefore, a lower power threshold should be used, or power threshold boundary should be avoided. Moreover, cold start emissions can account for a large fraction of the total NO_x emitted, and these are currently also excluded of the analysis.”⁷

Traduction :

« Nos analyses ont révélé que jusqu'à 85 % des émissions de NO_x mesurées au cours des essais effectués sont exclues si l'on applique les limites actuelles pour le post-traitement des données du PEMS. Ainsi, à ce jour, une grande partie des NO_x émis par le parc de véhicules lourds étudiés ne sont pas pris en compte dans les facteurs d'émission calculés. Les émissions de NO_x plus élevées ont toujours été observées en milieu urbain, ce qui est très préoccupant pour la qualité de l'air urbain et l'exposition humaine. L'utilisation d'un seuil de puissance moteur de 20 % comme condition limite fait en sorte que jusqu'à 80 % des émissions sont exclues de l'analyse des émissions. La plupart de ces fenêtres ont trait à l'exploitation urbaine. Par conséquent, soit un seuil de puissance inférieur devrait être utilisé, soit un tel seuil de puissance devrait être évité. En outre, les émissions dues au démarrage à froid peuvent représenter une grande partie des émissions totales de NO_x, qui sont actuellement également exclues de l'analyse ».

⁷ Pablo Mendoza-Villafuerte, Ricardo Suarez-Bertoa, Barouch Giechaskiel, Francesco Riccobono, Claudia Bulgheroni, Covadonga Astorga, Adolfo Perujo, NO_x, NH₃, N₂O and PN real driving emissions from a Euro VI heavy-duty vehicle. Impact of regulatory on-road test conditions on emissions, *Science of the Total Environment* 609 (2017) 546–555

Des conclusions similaires, sur des véhicules à la norme EURO V, sont exposées dans un article antérieur.

Ricardo Suarez-Bertoa, Pablo Mendoza-Villafuerte, Pierre Bonnel, Velizara Lilova, Leslie Hill, Adolfo Perujo, Covadonga Astorga, On-road measurement of NH₃ and N₂O emissions from a Euro V heavy-duty vehicle, *Atmospheric Environment*, 139 (2016) 167-175

Non seulement, le taux d'émissions varie suivant la méthode de calcul mais les exclusions de certaines données ont des effets différenciés suivant les régimes de fonctionnement du moteur. Autrement-dit ces méthodes introduisent des biais.

- Il devient impossible de comparer un cycle autoroutier (aucune exclusion de données) à un cycle urbain (on exclut une énorme quantité de mesures associées aux valeurs les plus élevées).
- Il devient difficile de comparer des technologies différentes (des moteurs et systèmes de dépollution de conceptions différentes) pour lesquelles ces post-traitements n'auraient pas les mêmes effets.

On précise donc que dans le projet Equilibre, qui a été une activité de recherche et non une activité de certification, on a retenu la méthode consistant à n'exclure aucune donnée. Cela explique des taux d'émissions élevés et très supérieurs à ceux du TNO pour des véhicules diesel. La figure 1 (en page 5) reflète ainsi la différence entre le calcul des émissions suivant le processus de certification et les émissions réelles. Ce point essentiel à l'interprétation avait été rappelé dans les rapports de TNO :

“The reason is that according to the formal evaluation method of the real-world in-service conformity test, a certain amount of the emission data with higher emissions has to be discarded from the evaluation. According to EU regulation for in-service conformity, Euro VI engines are not necessarily required to perform well under all representative driving conditions (TNO 2017 R11336 p. 15).”

Traduction

« La raison est qu'en accord avec la méthode formelle d'évaluation pour le test de conformité réel, une certaine quantité de données d'émission dont les émissions sont plus élevées doit être écartée de l'évaluation. Selon la réglementation de l'UE sur la conformité en service, les moteurs Euro VI ne sont pas nécessairement tenus de bien fonctionner dans toutes les conditions de conduite représentatives (TNO 2017 R11336 p. 15) ».

Pour conclure, un des résultats du projet Equilibre est la confirmation, en situation d'exploitation et sur un fort kilométrage, du très fort écart entre la réalité et ce que calcule la norme. (ce n'est donc pas travail de TNO qui soit contesté, mais le réalisme de la norme). Les émissions réelles de NO_x sont très sous-estimées au cours de la certification. Cela est en particulier vrai pour les véhicules diesel en zone urbaine.