

RAPPORT N° : 14/06162

- DEMANDEUR** : **SAFETY CAR INDUSTRIES**
659 route de Raclaz
74520 DINGY EN VUACHE
France
- OBJET** : Caractérisation de l'impact d'un additif pour carburant SAFETYCAR sur la consommation volumique de carburant, les émissions de CO2 et sur les émissions de polluants réglementés d'un véhicule tracteur poids lourd SCANIA de type R420 Euro IV.
La prestation réalisée dans le cadre du dispositif CEE suivant la fiche TRA-EQ-19.

Monthéry, le 06 novembre 2014



Mathieu CAPITAINE
Responsable d'Affaire
Emissions Energie Environnement
+33 1 69 80 40 92
mathieu.capitaine@utaceram.com



Céline VALLAUDE
Responsable du Service
Emissions Energie Environnement
+33 1 69 80 34 21
celine.vallaude@utaceram.com

NB : Les présents essais ne sauraient en aucune façon engager la responsabilité de l'UTAC en ce qui concerne les réalisations industrielles ou commerciales qui pourraient en résulter. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral. Les résultats des essais ne concernent que le matériel soumis aux essais, et identifié dans le rapport d'essais. L'accréditation par la Section Essais du COFRAC atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais ou analyses couverts par l'accréditation. (*)Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats.

UTAC shall not be liable for any industrial or commercial applications that occur as a result of these tests. This test report may only be reproduced in the form of a full photographic facsimile. Tests results are only available for the materiel submitted to tests or materiel identified in the present test report. Accreditation by the Cofrac test department only certifies the technical competence of the laboratory for the tests or analyse covered by this accreditation. ()In order to modify the conformity or no conformity in the requirements, the uncertainty of the test results as not been explicitly taken into account.*

Seule la version française fait foi / *Only the french version is the authentic text.*

SOMMAIRE

1	OBJET	3
2	PROGRAMME D'ESSAI.....	4
2.1	Déroulement et contenu des essais	4
2.2	Mesures réalisées au banc à rouleau et méthodes mises en œuvre	5
2.2.1	Cycle de conduite	5
2.2.2	Mesure des émissions de CO2 et des polluants réglementés sur cycle 60NERV	6
2.2.3	Consommation volumique de carburant (par bilan carbone) sur cycle 60NERV	6
2.3	Conditions d'essais.....	7
2.4	Protocoles d'interventions sur le véhicule	7
2.5	Gestion des consommables :	7
3	MOYENS D'ESSAI.....	8
3.1	Véhicule d'essai	8
3.2	Carburant d'essai	8
3.3	Banc à rouleau	9
3.4	Pistes d'essais de Mortefontaine pour le roulage de 15000km	9
4	RESULTATS D'ESSAIS.....	10
4.1	Synthèse comparative de l'ensemble des résultats :	10
4.2	Information sur le calcul des intervalles de confiance (IC) :	13
4.3	Information sur la comparaison des moyennes :	13
5	CONCLUSION	14

Annexe 1 : Analyses de carburant vierge et additivé

1 OBJET

L'objectif de la prestation a été de caractériser l'impact de l'utilisation d'un additif pour carburant fourni par SAFETYCAR sur la consommation volumique de carburant, sur les émissions de CO2 et sur les émissions de polluants réglementés à l'échappement d'un tracteur poids lourd SCANIA de type R420 LA4X2 Euro IV, après un roulage de 15000km réalisé sur piste d'essais avec le carburant additivé.

Ce programme d'essais a été réalisé dans le cadre du dispositif CEE (Certificat d'Economie d'Energie), et s'est basé sur le protocole d'essais décrit dans le projet de fiche explicative n° T965 associée à la fiche TRA-EQ-19 (Optimisation de la combustion et propreté des moteurs diesels, applicable aux véhicules de transport de marchandises de catégorie N2 ou N3).

L'ensemble de la prestation a été réalisée par le groupe UTAC-CERAM. La prestation de roulage a été réalisée sur le site de Mortefontaine. Les interventions sur le véhicule, et les 2 configurations d'essais ont été réalisées au banc à rouleaux poids lourd sur le site de Montlhéry.

- ↪ Configuration 1 : Véhicule fonctionnant avec du carburant gasoil B7 de référence non-additivé.
Etude réalisée après une vidange de l'huile du moteur, et un changement des filtres (huile/carburant/air).

- ↪ Configuration 2 : Etude réalisée après 15000km de roulage sur piste, avec un véhicule fonctionnant avec du carburant gasoil B7 de référence additivé (avec le même lot de carburant utilisé pour le roulage et pour la 1^{ère} série d'essais avant additivation).
Etude réalisée après une vidange de l'huile du moteur, et un changement des filtres (huile/carburant/air).

2 PROGRAMME D'ESSAI

2.1 Déroulement et contenu des essais

Etapes	Description des étapes	Carburant	
1	<u>Préparation du véhicule au banc à rouleaux :</u> - Installation du véhicule au banc - Vidange réservoir carburant Véhicule révisé avant réception (vidange huile et changement des filtres à huile/air/carburant)	Carburant vierge	
	2		Roulage de conditionnement (6 cycles 60NERV)
	3		6 Mesures sur cycles 60NERV
4	Roulage 15000km sur piste à Mortefontaine à une vitesse stabilisée de 90km/h	Carburant additivé	
5	<u>Préparation du véhicule au banc à rouleaux :</u> - Installation du véhicule au banc - Vidange huile moteur et changement des filtres à air/huile/gasoil	Carburant additivé	
	6		Roulage de conditionnement (6 cycles 60NERV)
	7		6 Mesures sur cycles 60NERV

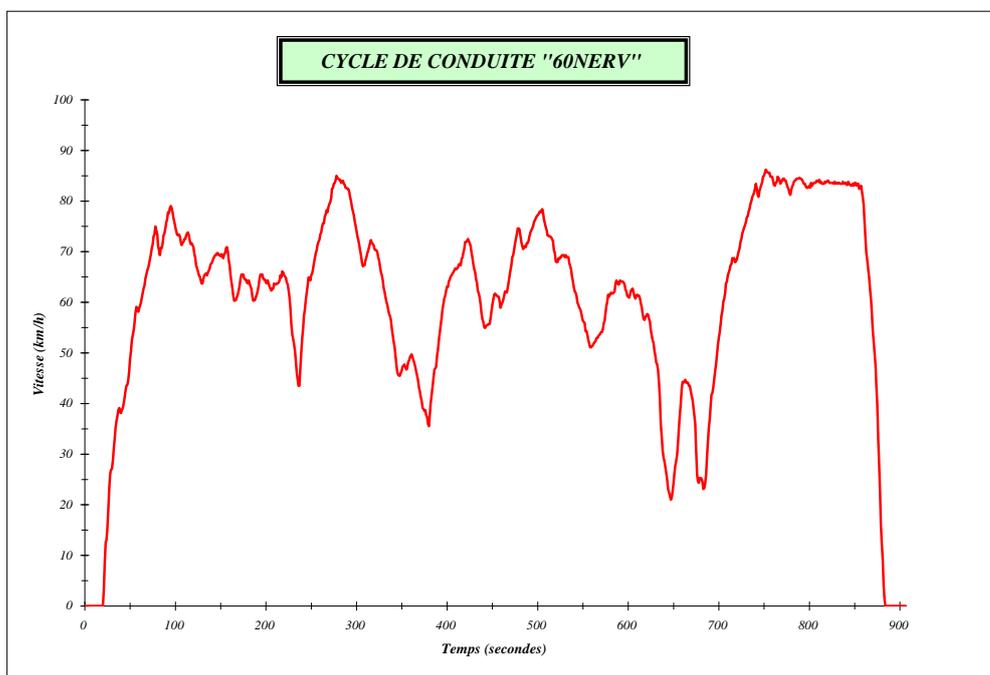
2.2 Mesures réalisées au banc à rouleau et méthodes mises en œuvre

2.2.1 Cycle de conduite

Les essais ont été réalisés sur un banc mono-rouleau suivant un cycle de conduite « 60NERV », dont les caractéristiques sont les suivantes :

- durée de 906 secondes,
- vitesse maximum de 86 km/h,
- vitesse moyenne de 60 km/h.

Ce cycle d'essai est basé sur des enregistrements de roulages réels.



2.2.2 Mesure des émissions de CO₂ et des polluants réglementés sur cycle 60NERV

Les mesures effectuées ont concerné :

- Le dioxyde de carbone (CO₂),
- Le monoxyde de carbone (CO),
- Les hydrocarbures imbrûlés (HCt),
- Les oxydes d'azote (NO_x),
- Les particules en masse.

Les méthodes analytiques employées sont celles imposées par les réglementations en vigueur, à savoir analyse par infrarouge pour le CO et CO₂, par ionisation de flamme pour les hydrocarbures imbrûlés et par chimiluminescence pour les NO_x. Les appareils utilisés sont présentés au § 3.4.

2.2.3 Consommation volumique de carburant (par bilan carbone) sur cycle 60NERV

Les consommations volumiques de carburant en L/100 km sont déterminées sur les bases de la directive 2004/03/CE, modifiée pour prendre en compte les caractéristiques propres du carburant essayé, du cycle de conduite retenu et pour prendre en compte la catégorie de véhicule N3 (poids lourd). Elles sont calculées au moyen de la méthode du bilan carbone qui utilise les émissions de CO₂ mesurées et les autres émissions associées au carbone (CO et HCt). La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Consommation} = \frac{K_1}{D} \times (K_2 \times \text{HC} + 0,4288 \times \text{CO} + 0,2729 \times \text{CO}_2)$$

- Où :
- le coefficient K_1 dépend du rapport H/C du carburant utilisé (m/n).
 - le coefficient K_2 dépend du rapport H/C des émissions d'hydrocarbures à l'échappement (y/x). A ce titre, il devrait être calculé à partir des résultats d'analyse de la spéciation des hydrocarbures. Toutefois, nous avons fait l'hypothèse que la composition des gaz d'échappement est identique à la composition du carburant (y/x = m/n).
 - D est la masse volumique du carburant à 15°C, exprimée en kg/L.
 - HCt, CO et CO₂ sont les émissions exprimées en g/km. Pour le calcul, les concentrations de polluants sont corrigées de la pollution présente dans l'air de dilution.

2.3 Conditions d'essais

Tous les essais ont été réalisés à chaud (après une phase de chauffe du véhicule permettant d'atteindre une cible de température d'huile et échappement identique pour chaque essai d'une même série).

Le banc à rouleau n'est pas régulé en température d'air et hygrométrie, les 2 séries d'essais espacées de plusieurs semaines par le roulage ont des conditions atmosphériques différentes.

2.4 Protocoles d'interventions sur le véhicule

- Description du protocole de vidange de l'huile moteur :
 - Vidange + changement de filtre à huile + remplissage
- Description du protocole de vidange du carburant :
 - Vidange du réservoir + changement filtre à carburant
 - Remplissage avec carburant d'essai (100L)
 - Roulage 10km
 - Vidange du réservoir
 - Remplissage avec carburant d'essai

Remarque : Des interventions ont été réalisées sur le moteur (vidanges huile, carburant, changements filtres) mais aucune intervention n'a été réalisée sur le véhicule durant la campagne d'essais. Les pneumatiques et le système de freinage sont restés les mêmes pour toutes les séries d'essais et pour le roulage.

2.5 Gestion des consommables :

- Carburant : fourni par UTAC-CERAM (fabrication et livraison par TOTAL)
 - ⇒ Conditionné en fût pour la 1ère série d'essais au banc
 - ⇒ Conditionné en IBC 1000L pour le roulage. Ce carburant a été utilisé pour la 2nde série d'essais au banc.

Le carburant utilisé pour les 2 série d'essais, et le carburant utilisé pour le roulage sont issus du même lot.

- Additif pour carburant : fournis par SAFETYCAR
 - ⇒ Dosage volumique de l'additif : 1L d'additif pour 1000L de carburant
- Huile et pièces moteur (filtres) : Fournies par UTAC-CERAM

3 MOYENS D'ESSAI

3.1 Véhicule d'essai

Dans le cadre de cette étude, les essais ont été réalisés sur un tracteur PL SCANIA R420 Euro4 Diesel équipé d'un système EGR.
Le modèle a été défini par SAFETYCAR, puis fourni par UTAC-CERAM (location SCANIA France).



MARQUE		SCANIA
TYPE		R420 A2G42X
REGLEMENTATION		EURO IV
CHASSIS		09136806
IMMATRICULATION		CK-525-ER (1ère immat. 16/09/2008)
MOTORISATION		Diesel 6 cylindres en ligne 11 706 cm3
BOITE DE VITESSE		Manuelle 6 rapports
POST-TRAITEMENT		Catalyseur (+ système EGR)
PNEUMATIQUES		FIRESTONE FD600 315/80 R22.5
KILOMETRAGE	ARRIVEE	519540 km
	DEPART	535736 km
MASSE (pesée)	AVANT	5415 kg
	ARRIERE	2030 kg
	TOTAL	7445 kg
INERTIE SIMULEE		13222.5 kg
RESISTANCE ROULEMENT		60N/tonne (forfaitaire)
RESISTANCE ARODYNAMIQUE		0.314 N/(km/h) ² (forfaitaire)

3.2 Carburant d'essai

Dans le cadre de cette étude, tous les essais ont été réalisés avec du carburant gasoil de référence B5 fabriqué par TOTAL (référence : **EU6 DVPT B7 DIESEL 03G - Lot B43214041**), dont les caractéristiques principales sont :

- H/C : 1.863
- O/C : 0.007
- %massique d'eau : 0.008 %
- Masse volumique à 15°C : 0.835.2 kg/L

L'analyse EN590 complète du carburant est présentée en Annexe1

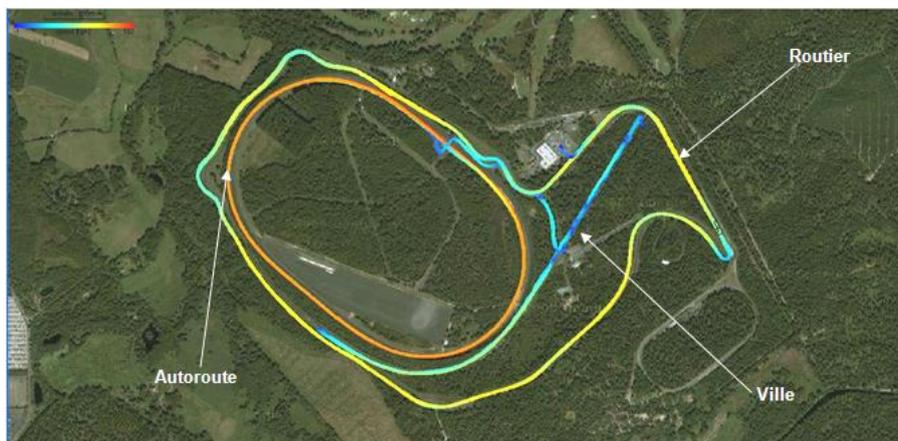
3.3 Banc à rouleau

Cellule équipée d'un banc monorouleau qui permet de mesurer les émissions de polluants réglementés. Ces analyses se font sur la base des prescriptions techniques fixées par les directives européennes pour les véhicules légers.

Caractéristiques principales :	
Surface	210 m ²
Hauteur	4.10 m
Banc à rouleaux	
Puissance	200 kW à 90 km/h
Type de rouleaux	Monorouleau – circonférence de 8 m
Inerties disponibles	inerties électriques de 4900 à 40000 kg
Prélèvement des gaz dilués en sacs	
Type	NOVA MESS TECHNICH
Débit de prélèvement	50, 70, 90 et 120 m ³ /min
Polluants réglementés	
CO (NDIR), CO ₂ (NDIR), HC – CH ₄ (FID), NO _x (analyse par chimiluminescence), Particules par gravimétrie	
Consommation de carburant	
Par bilan carbone (par somme du CO ₂ , du CO et des HC)	

3.4 Pistes d'essais de Mortefontaine pour le roulage de 15000km

Organisé autour d'un anneau de vitesse et d'une aire plane unique en Europe par ses dimensions, le site de Mortefontaine dispose d'un circuit routier et de pistes à revêtements et profils variables permettant de satisfaire tous besoins d'essais, de performances, de validation, et de fiabilité.

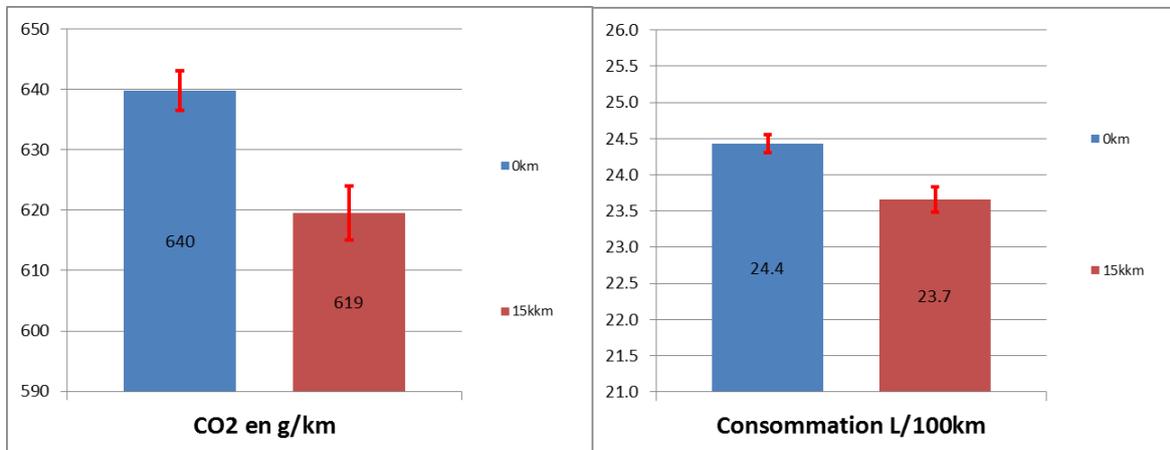


- ⇒ Le roulage de 15000km à 90km/h stabilisé a été réalisé en 2x8 avec le tracteur PL seul (sans remorque) sur une période de 4 semaines.

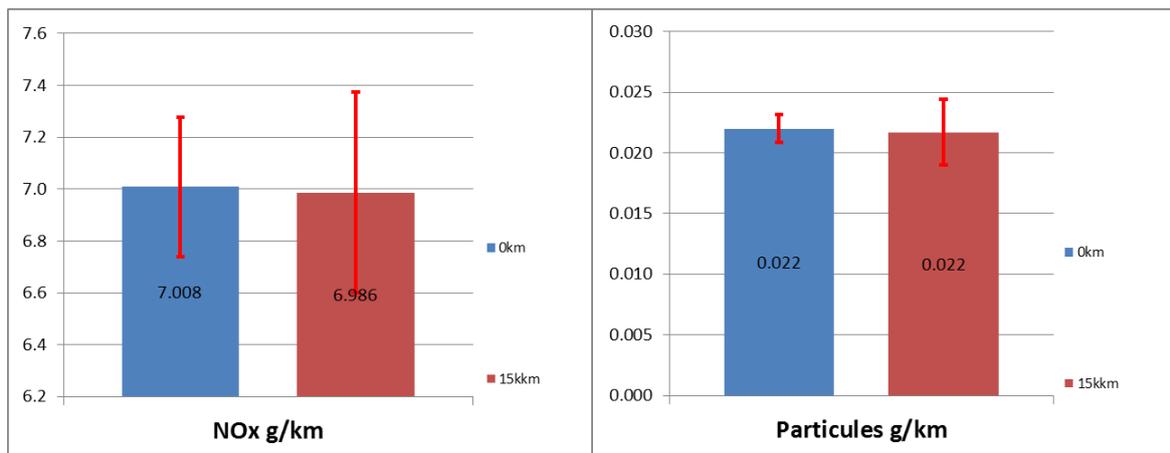
4 RESULTATS D'ESSAIS

4.1 Synthèse comparative de l'ensemble des résultats :

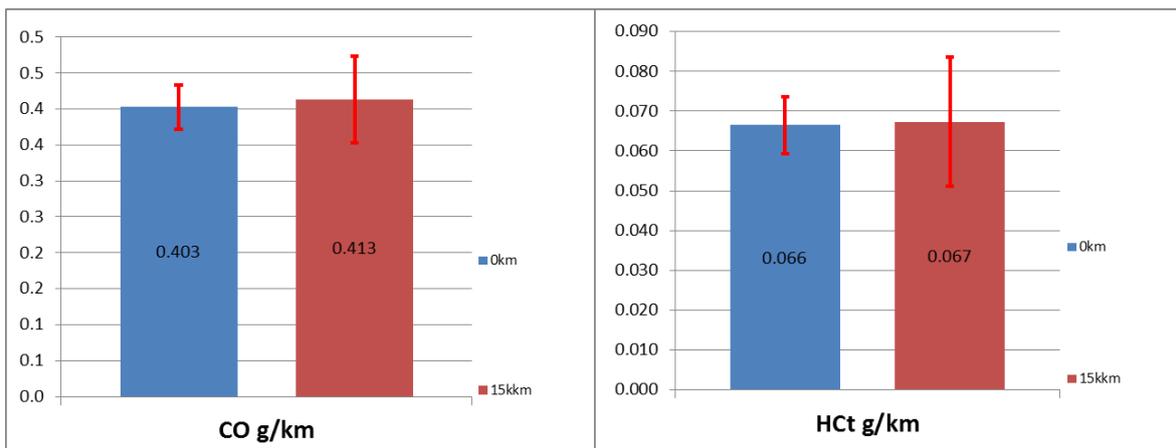
ESSAIS	CO2 g/km				Consommation L/100km			
	Config. 1	Config. 2	Comparatif configurations 2/1		Config. 1	Config. 2	Comparatif configurations 2/1	
	0km	15kkm	ECART (%)	Egalité des moyennes	0km	15kkm	ECART (%)	Egalité des moyennes
1	635	628	-3.2%	Non-Egalité des moyennes	24.2	24.0	-3.1%	Non-Egalité des moyennes
2	636	620			24.3	23.7		
3	646	615			24.7	23.5		
4	642	616			24.5	23.5		
5	640	614			24.4	23.4		
6	639	624			24.4	23.8		
Moyenne	640	619			24.4	23.7		
IC	3	4	0.1	0.2				
Ecartype	4	5	0.2	0.2				



ESSAIS	NOx g/km				Particules g/km			
	Config. 1	Config. 2	Comparatif configurations 2/1		Config. 1	Config. 2	Comparatif configurations 2/1	
	0km	15kkm	ECART (%)	Egalité des moyennes	0km	15kkm	ECART (%)	Egalité des moyennes
1	7.391	7.433	-0.3%	Egalité des moyennes	0.021	0.020	-1.3%	Egalité des moyennes
2	6.903	7.264			0.023	0.016		
3	7.022	7.198			0.023	0.023		
4	7.055	6.869			0.022	0.025		
5	7.245	7.055			0.020	0.022		
6	6.432	6.100			0.023	0.024		
Moyenne	7.008	6.986			0.022	0.022		
IC	0.270	0.387			0.001	0.003		
Ecartype	0.331	0.474	0.001	0.003				



ESSAIS	CO g/km				HCt g/km			
	Config. 1	Config. 2	Comparatif configurations 2/1		Config. 1	Config. 2	Comparatif configurations 2/1	
	0km	15kkm	ECART (%)	Egalité des moyennes	0km	15kkm	ECART (%)	Egalité des moyennes
1	0.411	0.414	2.6%	Egalité des moyennes	0.082	0.065	1.3%	Egalité des moyennes
2	0.424	0.472			0.064	0.061		
3	0.384	0.314			0.058	0.059		
4	0.373	0.460			0.068	0.059		
5	0.363	0.332			0.059	0.053		
6	0.463	0.488			0.068	0.107		
Moyenne	0.403	0.413			0.066	0.067		
IC	0.031	0.061			0.007	0.016		
Ecartype	0.038	0.074	0.009	0.020				



4.2 Information sur le calcul des intervalles de confiance (IC) :

Sur la base des résultats obtenus par la méthode d'essai décrite dans ce rapport, les intervalles de confiance (IC) sont calculés et associés à l'estimation des moyennes des polluants réglementés.

Les intervalles de confiance de ces moyennes sont estimés sur les bases des prescriptions techniques de la norme ISO 3534-1.

Les bornes de l'intervalle de confiance sont construites selon la formule :

$$\text{Valeur estimée } \bar{y} \text{ de la moyenne } \pm T \times \frac{S_r}{\sqrt{n}}$$

- où :
- les intervalles de confiance IC sont donnés en g/km pour les émissions de CO₂, CO, HC, NO_x, Particules, et en L/100km pour la consommation volumique de carburant.
 - T est un facteur d'élargissement pour un niveau de confiance (p) de 0,95.
 - S_r est l'écart-type de répétabilité exprimé en g/km pour les émissions de CO₂, CO, HC, NO_x, Particules, et en L/100km pour la consommation volumique de carburant
 - n est le nombre de mesures réalisées.

L'intervalle $[\bar{y} - T \times \frac{S_r}{\sqrt{n}} ; \bar{y} + T \times \frac{S_r}{\sqrt{n}}]$ contient donc avec une probabilité de 95%, la valeur vraie de la moyenne, paramètre inconnu de la population.

4.3 Information sur la comparaison des moyennes :

Cette comparaison se fait en 2 étapes :

1. Tester préalablement l'égalité des variances. Pour cela, un des tests communément utilisés est le test de Levène.
 2. Puis le test global Fischer (F) d'égalité des moyennes est réalisé.
- ⇒ Lorsque l'égalité des moyennes n'est pas vérifiée, un test de comparaisons multiples des moyennes est effectué afin d'identifier quelles sont les paires de moyennes qui diffèrent. Le test de Bonferroni indique si les moyennes prises deux par deux sont statistiquement égales ou non.

5 CONCLUSION

L'objectif de la campagne a été de caractériser l'impact de l'utilisation d'un additif pour carburant SAFETYCAR sur la consommation volumique de carburant, sur les émissions de CO₂ et sur les émissions de polluants réglementés à l'échappement d'un tracteur poids lourd SCANIA de type 420 Euro IV, après un roulage de 15000km réalisé sur piste d'essais avec du carburant additivé.

La prestation s'est déroulée dans le cadre du dispositif CEE suivant la fiche TRA-EQ-19.

Les 2 carburants utilisés pour la campagne (additivé et non-additivé) sont conformes à la norme EN590 (voir en annexe1 les résultats des analyses réalisées par le laboratoire indépendant SGS)

Emissions de CO₂ et consommation volumique de carburant

Les essais réalisés au banc à rouleau mettent en évidence un gain significatif de 3.2% sur les émissions de CO₂, et de 3.1% sur la consommation volumique de carburant (tests d'égalité des moyennes négatifs).

Emissions de polluants réglementés

Les essais réalisés ne permettent pas de mettre en évidence un gain ou une augmentation significative sur les émissions de NO_x, les émissions de particules, ou les émissions de CO et d'HcT (tests d'égalité des moyennes positifs).

ANNEXE I

Analyse des 2 carburants d'essais :

- **EU6 DVPT B7 DIESEL 03G - Lot B43214041 vierge**
- **EU6 DVPT B7 DIESEL 03G - Lot B43214041 additivé**

ANALYSES		NORMES	UNITES	RESULTATS		NF EN 590
				VIERGE	ADDITIVE	
Masse volumique à 15°C		NF EN ISO 12185	kg/m3	835.4	835.5	de 820 à 845
Distillation automatique (pression atm.)	Point initial	NF EN ISO 3405	°C	178.1	176.7	-
	5%		°C	198.3	195.6	-
	10%		°C	206.5	206.0	-
	20%		°C	222.8	222.8	-
	30%		°C	238.7	238.1	-
	40%		°C	253.3	252.6	-
	50%		°C	268.0	267.0	-
	60%		°C	281.0	282.2	-
	70%		°C	299.9	298.4	-
	80%		°C	316.7	315.7	-
	90%		°C	344.8	333.8	-
	95%		°C	347.5	346.1	<360
	Point final		°C	357.8	354.3	-
	Récuépé à 250°C		Pct Vol	37.8	38.2	<65
	Récuépé à 350°C		Pct Vol	95.7	96.1	>85
	Total condensé		Pct Vol	98.3	98.4	-
Residu	Pct Vol	1.2	1.2	-		
Prestes	Pct Vol	0.5	0.4	-		
Pression Atmosphérique	kPa	101.0	100.5	-		
Viscosité à 40°C		NF EN ISO 3104	mm²/s	2.632	2.634	de 2 à 4.5
Teneur en Soufre		NF EN ISO 20846	mg/kg	6.1	8.2	< 10
Teneur en eau		NF EN ISO 12937	mg/kg	60	70	<200
Contamination Totale		NF EN 12662	mg/kg	<6.0	<6.0	<24
Teneur en Cendres		NF EN ISO 6245	Pct Masse	0.001	0.003	<0.01
Indice de Cetane (mesuré)		NF EN ISO 5165		53.7	54.4	>51
Indice de Cetane calculé		NF EN ISO 4264		52.1	51.9	>46
Résidu de Carbone (10%)		NF EN ISO 10370	Pct Masse	<0.10	<0.10	<0.3
Corrosion Cuivre, 3hrs à 50°C		NF EN ISO 2160		1	1	1
Stabilité à l'oxydation 16h à 95°C	Insolubles Filtrables	NF EN ISO 12205	g/m3	0	0	-
	Insolubles Adhérents		g/m3	-1	0	-
	Insolubles Totaux		g/m3	0	0	<25
	Filtres Utilisés			2	2	-
Période d'induction		NF EN 15751	Heures	35.3	9.9	-
Température		NF EN 15751	°C	110	110	-
Point Eclair Pensky-Martens Méth A		NF EN ISO 2719	°C	68	67	>55
Pouvoir Lubrifiant	Température air début	NF EN ISO 12156-1	°C	21.5	22	-
	Humidité air début		Pct	52	50	-
	Longueur x		µm	382	386	-
	Longueur y		µm	359	311	-
	MWSD		µm	371	349	-
	Température air début		°C	22	22.3	-
	Humidité air début		Pct	49	49	-
	AVP			1.32	1.32	-
WS1.4	µm	376	354	<460		
Point de trouble		NF EN 23015	°C	-10	-10	<-5
Température limite de filtrabilité		NF EN 116		-27	-29	<-15
Hydrocarbures Poly.Aromatiques	Mono-aromatiques	NF EN 12916	Pct Masse	21.1	20.6	-
	Di-aromatiques		Pct Masse	1.9	2.2	-
	Tri+Aromatiques		Pct Masse	0	0.1	-
	Polyaromatiques		Pct Masse	1.9	2.3	-
	Aromatiques totaux		Pct Masse	23	22.9	-
	Polycyclique		Pct Masse	1.9	2.3	<11
Esters Méthylliques d'acides gras (Inter.B)		NF EN 14078	Pct Vol	6.6	6.6	<5

Remarque : Les 2 échantillons analysés répondent à la norme EN 590, mis à part les EMAG qui sont supérieurs à la norme (mais le niveau reste identique après additivation du carburant vierge).