



Rapport final

Contrôle des émissions de polluants atmosphériques et de CO₂ :

Analyses complémentaires menées par IFPEN

05 mai 2017

Table des matières

Table des matières	2
1. Rappel sur les analyses préliminaires sur 86 véhicules	3
1.1 Protocole d'essai adopté par la commission indépendante	3
1.2 Liste des véhicules pour l'analyse complémentaire	5
2. Les analyses complémentaires.....	6
2.1 Mode opératoire.....	6
2.2 Protocole d'essais.....	6
2.3 Instrumentation des véhicules	6
3. Résultats.....	9
3.1 Véhicules Euro 5.....	9
3.1.1 Technologies.....	9
3.1.2 Synthèse des résultats.....	10
3.1.3 Audi Q3.....	13
3.1.4 Audi A1.....	15
3.1.5 Volkswagen Polo.....	17
3.1.6 Peugeot 5008.....	19
3.1.7 Renault Clio	21
3.2 Véhicules Euro 6.....	23
3.2.1 Technologies.....	23
3.2.2 Synthèse des résultats.....	25
3.2.3 Fiat 500X.....	27
3.2.4 Ford Kuga.....	30
3.2.5 Mercedes S350.....	33
3.2.6 Opel Astra.....	36
3.2.7 Renault Captur.....	38

1. Rappel sur les analyses préliminaires sur 86 véhicules

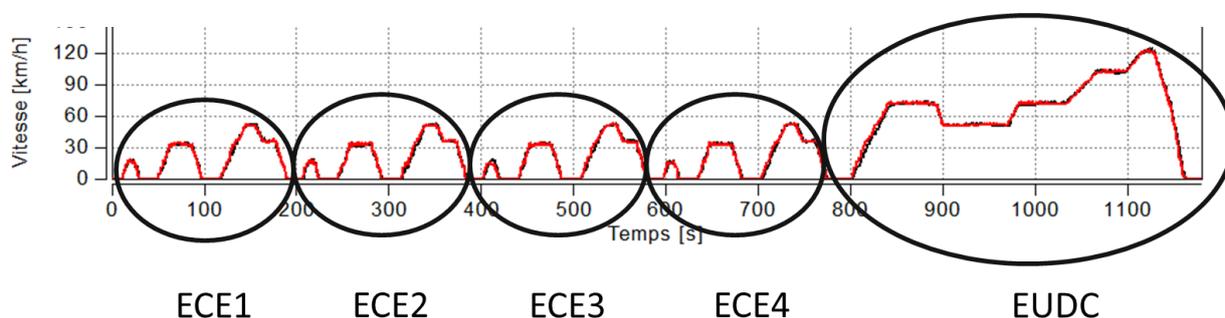
1.1 Protocole d'essai adopté par la commission indépendante

Le protocole d'essai adopté par la commission indépendante avait pour but d'identifier la présence éventuelle de dispositifs frauduleux détectant la réalisation des essais d'homologation pour activer les fonctions de dépollution des véhicules. Ces fonctions sont désactivées ou réduites lorsque les mêmes dispositifs considèrent que les véhicules ne sont plus sur bancs d'essais. C'est en cela que ces dispositifs sont frauduleux, car ils permettent aux véhicules équipés de tels dispositifs de réussir les essais d'homologation, alors qu'en fonctionnement réel, les équipements de dépollution sont désactivés.

Le protocole d'essais, validé par la Commission indépendante et mis en œuvre à l'UTAC, repose sur 3 essais spécifiques, réalisés dans des conditions différant légèrement de celles de l'homologation afin de leurrer, et ainsi de détecter, un éventuel dispositif d'invalidation frauduleux qui serait présent sur le véhicule :

- des essais dits "D1" et "D2" sur banc à rouleaux en laboratoire :

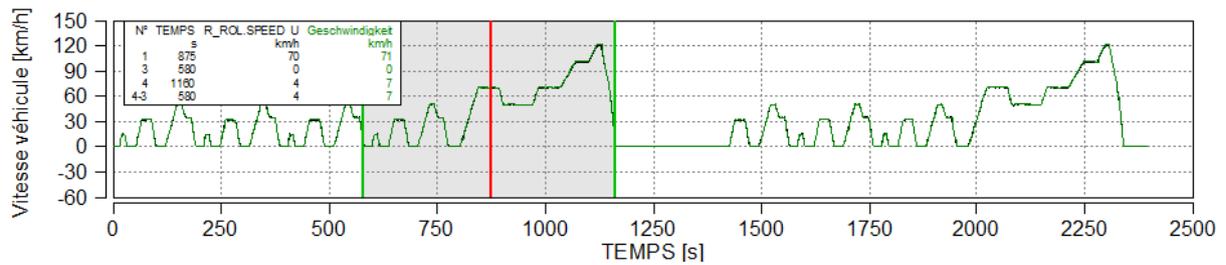
► **"D1"** : le premier test consiste à reproduire sur banc à rouleaux le cycle utilisé pour l'homologation des véhicules, à savoir le cycle NEDC, mais en modifiant certains paramètres, comme la position du capot moteur, en faisant tourner les roues non-motrices en effectuant l'essai sur un banc 4x4, en passant la marche arrière au cours de l'essai, après le premier palier de 15 km/h, en modifiant le cycle de pré-conditionnement et en ne chargeant pas la batterie.



Tracé de vitesse en fonction du temps du cycle D1 (équivalent au cycle d'homologation NEDC) composé de 4 cycles ECE et un cycle EUDC

► **"D2"** : dans le prolongement de l'essai D1, un deuxième essai est réalisé à chaud, en modifiant le début du cycle d'essai (la partie urbaine) tout en conservant intacte la partie extra-urbaine du cycle. Les résultats obtenus lors de cet essai sur la partie extra-urbaine du cycle sont comparés à ceux obtenus lors de l'essai D1 sur cette

même partie du cycle. Les émissions devraient être sensiblement identiques dans les deux cas si le véhicule n'est pas équipé d'un dispositif d'invalidation.



Cycle D2 réalisé à la suite du cycle D1- le cycle D2 tronqué du 1^{er} cycle ECE

- un essai dit "D3" sur piste d'essais, reproduit le cycle d'homologation NEDC sur piste et non plus sur un banc d'essais dans un laboratoire. Les émissions du véhicule sont mesurées grâce à un système de mesure embarqué, le PEMS (Portable Emissions Measurement System) défini par la réglementation RDE (Real Driving Emissions).

Les conditions d'essais étant sensiblement différentes de celles prévues par l'homologation, des variations par rapport aux valeurs d'homologation sont attendues. Néanmoins, la Commission indépendante a considéré que les résultats obtenus constituaient une anomalie notable dès lors que les valeurs obtenues dépassaient les seuils suivants :

a) sur la mesure des NO_x :

- essai D1 : valeur supérieure de plus de 10 % à la limite réglementaire fixée par la norme Euro applicable au véhicule considéré,
- essai D2 : valeur obtenue lors de la phase extra-urbaine de l'essai D2 supérieure de plus de 50 % à la valeur obtenue lors de la phase extra-urbaine de l'essai D1, à condition que cette valeur obtenue lors de cet essai D2 soit supérieure de plus de 40 mg/km à celle obtenue lors de l'essai D1 (uniquement pour les Euro 6),
- essai D3 : valeur obtenue dépassant 5 fois la limite réglementaire fixée par la norme Euro applicable.

b) sur la mesure du CO₂ :

- essai D1 : valeur supérieure de plus de 12 % à la valeur déclarée par le constructeur lors de l'homologation,
- essai D2 : résultats donnés à titre indicatif dans la mesure où cet essai est non discriminant en CO₂,
- essai D3 : valeur supérieure de plus de 25 % à la valeur déclarée par le constructeur lors de l'homologation.

1.2 Liste des véhicules pour l'analyse complémentaire

A l'issue de la campagne d'essais préliminaire sur 86 véhicules, dix ont été sélectionnés, dépassant les seuils fixés sur D1 et/ou D2, pour être testés dans le cadre de ces analyses complémentaires. La liste est fournie dans le tableau ci-dessus. Il s'agit de 5 véhicules €5, tous dépollués à la source par un circuit EGR et ne disposant d'aucun organe de post-traitement des NOx, et de 5 véhicules €6, équipés en complément de la dépollution à la source par l'EGR de système de post-traitement des NOx, à savoir un NOxTrap ou un SCR, voire une association des deux. Ces systèmes sont brièvement décrits dans la partie 3.2.1 de ce présent rapport.

Marque	Modèle	Cylindrée	Puissance (CV)	Boîte de vitesse	Dépollution	Norme Euro
Audi	Q3	2.0L	140	BVM6	EGR	Euro 5
Audi	A1	1.6L	90	BVA	EGR	Euro 5
Fiat	500X	2.0L	140	BVA	EGR - NOxTrap	Euro 6
Ford	Kuga	2.0L	120	BVM6	EGR - NOxTrap	Euro 6
Mercedes	S350	3.0	260	BVA	EGR + SCR	Euro 6
Opel	Astra	1.6	110	BVM6	EGR + NOxTrap	Euro 6
Peugeot	5008	1.6L	115	BVM6	EGR	Euro 5
Renault	Captur	1.5L	110	BVM6	EGR (HP & BP)+ NOxTrap	Euro 6
Renault	Clio	1.5L	90	BVM5	EGR (HP & BP)	Euro 5
Volkswagen	Polo	1.2L	75	BVM5	EGR	Euro 5

Liste des dix véhicules testés dans le cadre des analyses complémentaires

Le protocole d'essais ainsi que les instrumentations mises en place en fonction des technologies de chaque véhicule sont décrites par la suite.

2. Les analyses complémentaires

2.1 Mode opératoire

L'investigation complémentaire consiste à refaire exactement les mêmes tests que dans la phase précédente mais avec une instrumentation supplémentaire, afin de tenter d'expliquer les réglages qui ont conduit aux résultats constatés sur les émissions polluantes. Ils seront appelés par la suite les tests de la Phase 2 dans laquelle IFPEN a le rôle suivant :

- a- Instrumenter le véhicule avec des capteurs additionnels et/ou des recopies de mesures des actionneurs caractérisant des grandeurs des systèmes de dépollution, le tout complété par un enregistrement de certains signaux issus du bus numérique reliant les calculateurs du véhicule (le bus CAN Controller Area Network). L'instrumentation additionnelle est présentée dans le paragraphe 2.3.
- b- Les mêmes tests que ceux de la Phase 1 sont réalisés par l'UTAC avec l'instrumentation supplémentaire. Ces tests sont ensuite analysés par IFPEN qui opère une synthèse de son analyse, présentée dans ce document.

2.2 Protocole d'essais

Ont été repris du protocole d'essais initial les essais D1 et D2, réalisés pour chacun des véhicules. Les essais D3 n'ont pas été reconduits sur cette campagne d'essais. Des essais supplémentaires spécifiques ont été menés sur certains véhicules.

Un cycle **D2 froid**, dont le profil est identique à celui présenté dans la description du cycle D2 est réalisé dès le 1^{er} démarrage du moteur ($t=0s$) ; il ne se distingue du cycle NEDC de référence que par le profil de vitesse : absence du premier ECE et de la première bosse de l'ECE2. Toutes les autres conditions sont par ailleurs identiques (pré-conditionnement, températures en début de cycle). Ainsi il vise à mettre en évidence l'éventuelle détection par un logiciel du profil de vitesse du NEDC. Cet essai D2 froid a été réalisé sur l'ensemble des véhicules à l'exception de l'Audi Q3, du Renault Captur et de la Renault Clio (trois premiers véhicules testés).

Un cycle **D2 chaud dit « sans coupure de contact »** a également été conduit sur certains véhicules. Il consiste en la réalisation d'un cycle D2 directement à la suite d'un premier cycle NEDC sans qu'il n'y ait entre les deux de coupure de contact. Il vise en mettre en évidence l'existence d'éventuelle temporisation dans les stratégies de contrôle qui seraient réinitialisées par une telle coupure. Cet essai a été réalisé sur la Fiat 500x.

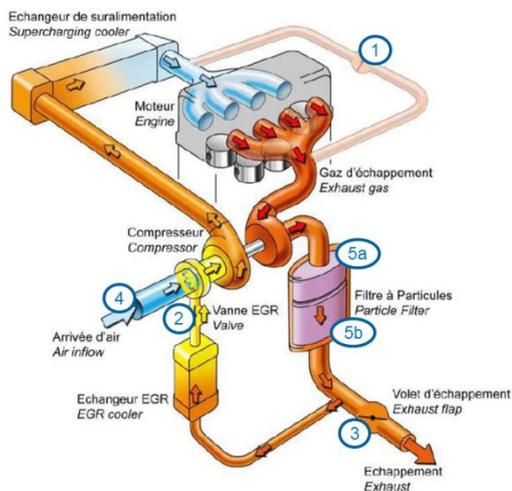
2.3 Instrumentation des véhicules

Instrumentation des actionneurs de la boucle d'air (tous les véhicules €5 et €6)

Le taux d'EGR est régulé grâce à différents actionneurs pouvant être présents sur la boucle d'air du moteur :

- la ou les vannes EGR ;
- le volet échappement, ou vanne de contre-pression, qui permet de favoriser la recirculation d'EGR par l'augmentation de la pression à l'échappement ;
- le papillon à l'admission, qui permet de favoriser l'aspiration d'EGR par le vannage de l'admission.

Pour chaque actionneur présent sur le véhicule, la copie de la commande électrique est mesurée.



1. Vanne EGR HP
2. Vanne EGR BP
3. Volet échappement
4. Papillon admission

Exemple d'instrumentation de la boucle d'air – Renault Clio IV

Instrumentation NOxTrap (Renault Captur, Fiat 500x, Ford Kuga, Opel Astra)

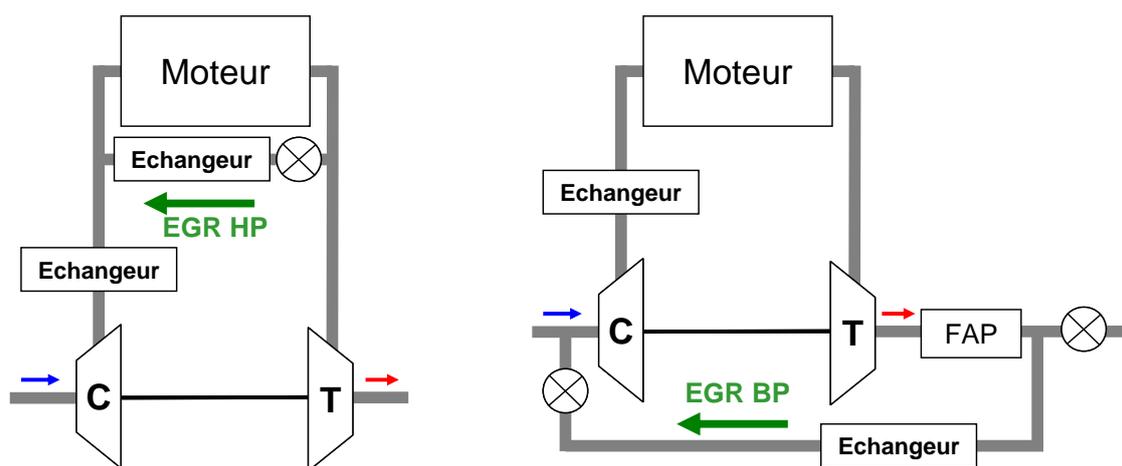
Pour les véhicules équipés de NOxTrap, ont été instrumentées en complément des mesures décrites précédemment une sonde de richesse à l'échappement (en sortie du NOxTrap) et les températures en amont et en aval du NOxTrap. La richesse est le ratio entre le rapport quantitatif air sur carburant réel et celui permettant une combustion parfaite du carburant. La combustion de moteur diesel s'opère en mélange pauvre, c'est-à-dire à une richesse inférieure à 1. La richesse du moteur diesel bascule en mode riche (légèrement supérieure à 1), dans des phases très précises et notamment lors des phases de purge du NOxTrap, comme expliqué à la section 3.2.1. La mesure de la richesse à l'échappement va donc permettre de qualifier ces phases.

3. Résultats

3.1 Véhicules Euro 5

3.1.1 Technologies

La réduction des seuils normatifs d'émission de NOx a poussé l'introduction et la généralisation des systèmes de recirculation des gaz d'échappement, dit EGR pour *Exhaust Gas Recirculation*. L'ensemble des moteurs Diesel €5 en sont équipés. Ce système consiste à réadmettre dans la chambre de combustion une partie des gaz d'échappement afin de modifier les propriétés thermodynamiques des gaz et de réduire la formation de NOx lors de la combustion. C'est pourquoi on parle de dépollution à la source. Différentes architectures peuvent être mise en œuvres : EGR dit haute pression (la plus répandue), basse pression ou une combinaison des deux.



Exemple d'architectures de circuit EGR

La recirculation des gaz d'échappement améliore la dépollution à la source mais génère des effets négatifs que le constructeur essaie de pallier ou d'atténuer : la dégradation de la consommation, des risques d'encrassement des actionneurs, une perte de brio. Elle entraîne également une hausse de production de particules, bien qu'elles soient ensuite post-traitées par le FAP.

Ces inconvénients imposent aux constructeurs automobiles de gérer de nombreux compromis lors de la phase de mise au point (calibration) de leurs véhicules, en particulier le compromis consommation (CO₂), brio / NOx piloté au 1^{er} ordre par le taux d'EGR. De manière générale, les constructeurs font évoluer la calibration entre chaud en froid pour gérer ce compromis :

- Lors de la phase de chauffe du moteur (< 30min) : le moteur est calibré afin de réduire le plus possible les émissions de NOx avec un taux d'EGR élevé ;
- Une fois cette phase effectuée, les réglages évoluent vers un compromis plus favorable à la consommation et au brio, engendrant plus d'émissions de NOx.

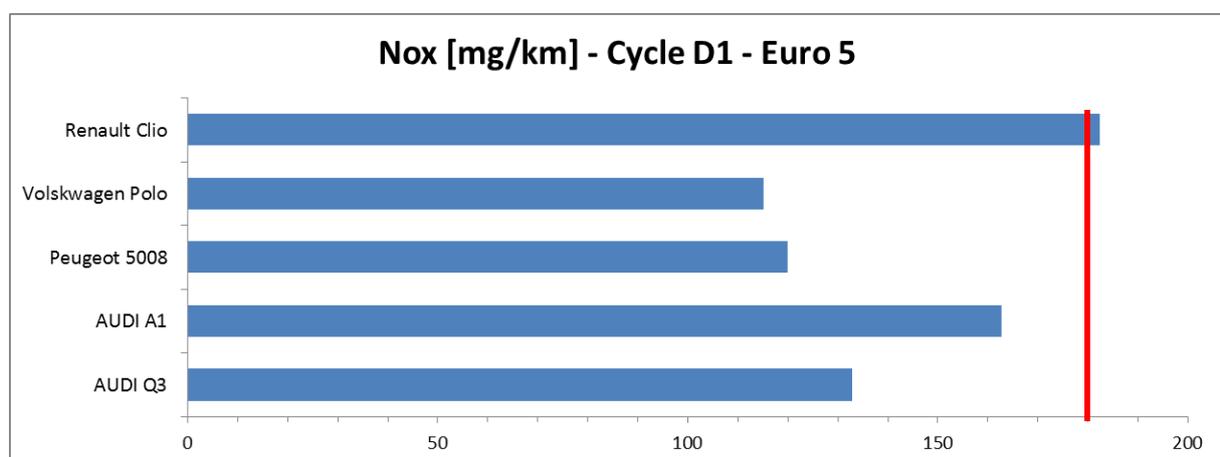
Cette évolution du compromis est gérée différemment suivant les véhicules, ce qui sera montré dans la suite du document. L'argument principal invoqué par les constructeurs pour cette évolution des réglages est que pour le début du parcours, un réglage bas NOx est privilégié pour répondre à des exigences « plus urbaines » ; puis à partir de 30 min, statistiquement le véhicule ne serait plus dans un environnement fortement urbain d'où une évolution vers des réglages typés « bas CO2 » pour réduire les gaz à effets de serre.

Les véhicules Diesel €5 sont généralement équipés d'un système de post-traitement associant un catalyseur d'oxydation (DOC – *Diesel Oxydation Catalyst*) et d'un filtre à particule (FAP), permettant de post-traiter de manière efficace les émissions de HC, CO et particules. Contrairement au cas d'un moteur essence et en raison de la combustion en mélange pauvre dans un moteur Diesel, le catalyseur d'oxydation n'est pas efficace pour le traitement des NOx. Ceci explique l'introduction de nouvelles technologies de post-traitement des NOx pour moteur Diesel, telles que les NOxTrap et les SCR. Ces technologies n'ont été introduites qu'à titre marginal sur les véhicules €5, elles sont décrites dans le chapitre 3.2.1 de ce présent rapport.

Ainsi, les cinq véhicules €5 testés dans le cadre de ces analyses ont une ligne de post-traitement composée d'un catalyseur d'oxydation et d'un filtre à particule, sans post-traitement spécifique des NOx.

3.1.2 Synthèse des résultats

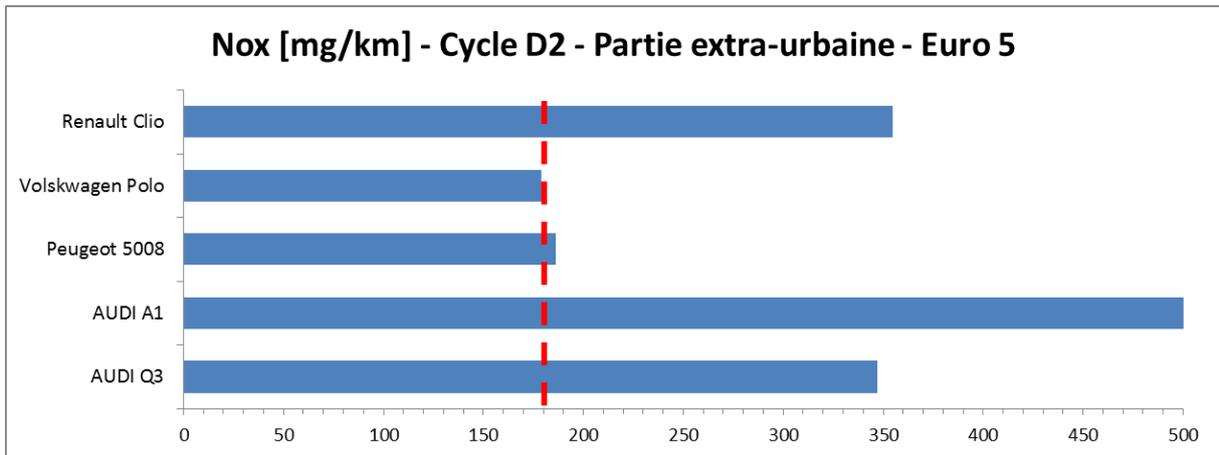
Les cinq véhicules €5 testés respectent les seuils d'émissions de NOx sur le cycle D1, seule la Renault Clio dépassent légèrement le niveau de la norme de 180mg/km mais en restant dans la marge des 10% fixée par la commission.



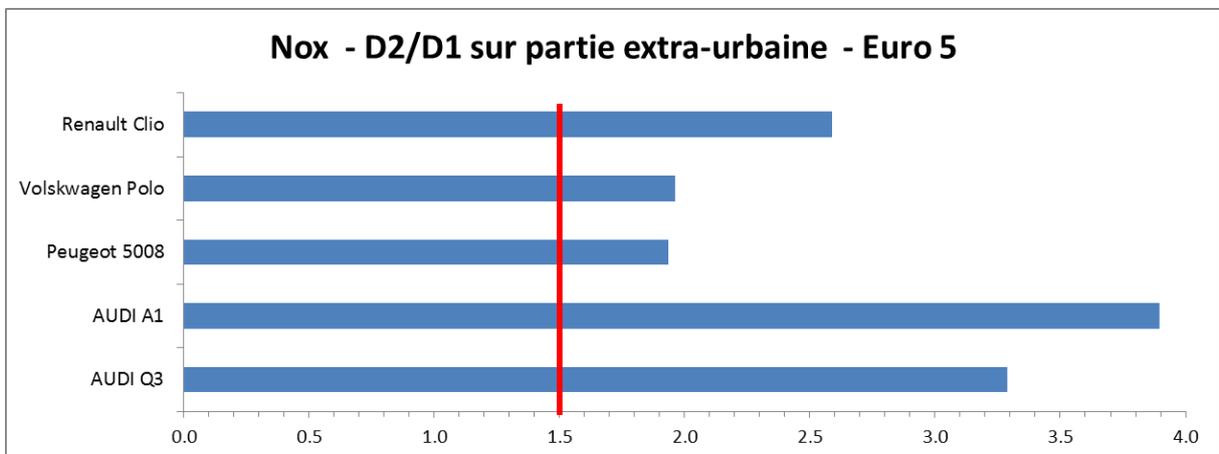
Émissions de NOx sur cycle D1 – Véhicules €5

Pour l'ensemble de ces véhicules, les émissions de NOx sur la partie extra-urbaine du cycle **augmentent fortement lors du cycle D2**. Cette hausse est, dans tous les cas, **supérieure au facteur limite fixé par la commission à 1.5**. Pour autant, en absolu, les émissions sur la partie extra-urbaine du cycle D2 restent relativement contenues pour les véhicules Volkswagen Polo et Peugeot 5008, à respectivement 179 mg/km et 186 mg/km. Le seuil

normatif de 180 mg/km est ici représenté à titre indicatif car il s'applique non pas sur chaque phase du cycle mais bien sur l'ensemble de celui-ci, sachant que la partie EUDC est généralement la plus émettrice en NOx.



Emissions de NOx sur cycle D2 – Véhicules €5

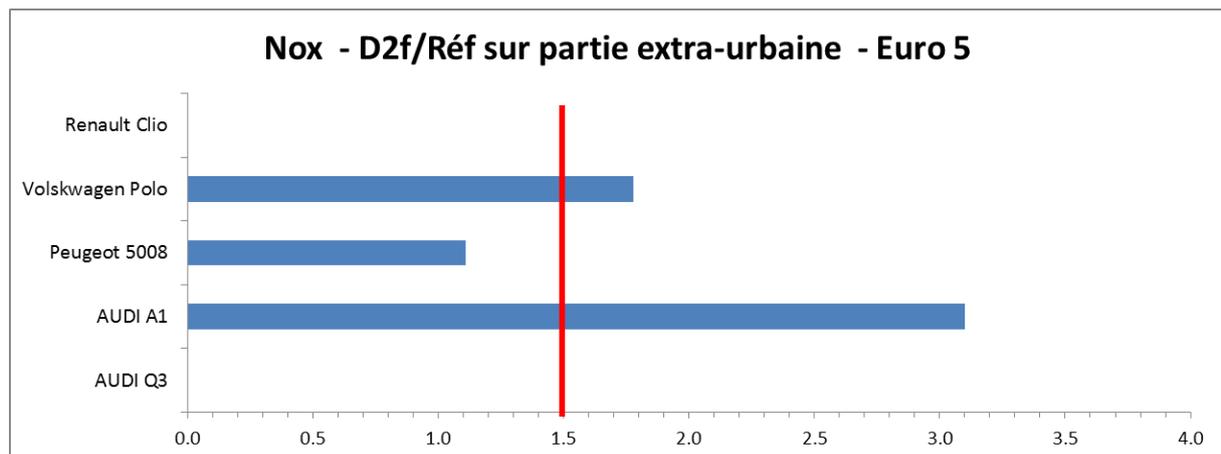


Rapport entre les émissions de NOx sur les cycles D2 et D1 – Véhicules €5

Pour les deux premiers véhicules €5 testés dans le cadre de ces analyses complémentaires, l'Audi Q3 et le Renault Captur, le D2 froid n'avait pas encore été intégré dans le protocole ; les résultats pour ces véhicules ne sont donc pas disponibles.

Deux des véhicules testés sur cycle D2 froid, la Volkswagen Polo et l'Audi A1, présentent également des augmentations des émissions de NOx sur la partie extra-urbaine de ce cycle. Ces hausses sont très proches de celle observées sur D2.

À l'inverse, les émissions de NOx sur ce cycle D2 froid pour la Peugeot 5008 redeviennent proches de celles mesurées sur le NEDC de référence et le D1.



Rapport entre les émissions de NOx sur le cycle D2 froid et le NEDC référence – Véhicules €5

3.1.3 Audi Q3

Caractéristiques du véhicule



Marque :	AUDI	Modèle :	Q3	Année :	2013
Masse à vide :	1520 kg	Kilométrage :	47088 km	Norme :	€ 5
Moteur :	2.0L TDI €5				
	1968 cm3		4 cylindres		140 ch
Boîte de vitesse :	Manuelle		6 rapports		
Suralimentation :	Turbo à géométrie variable				
Définition EGR :	EGR HP				
Post-traitement :	DOC + Filtre à particules				
Autres :	-				

Synthèse des résultats

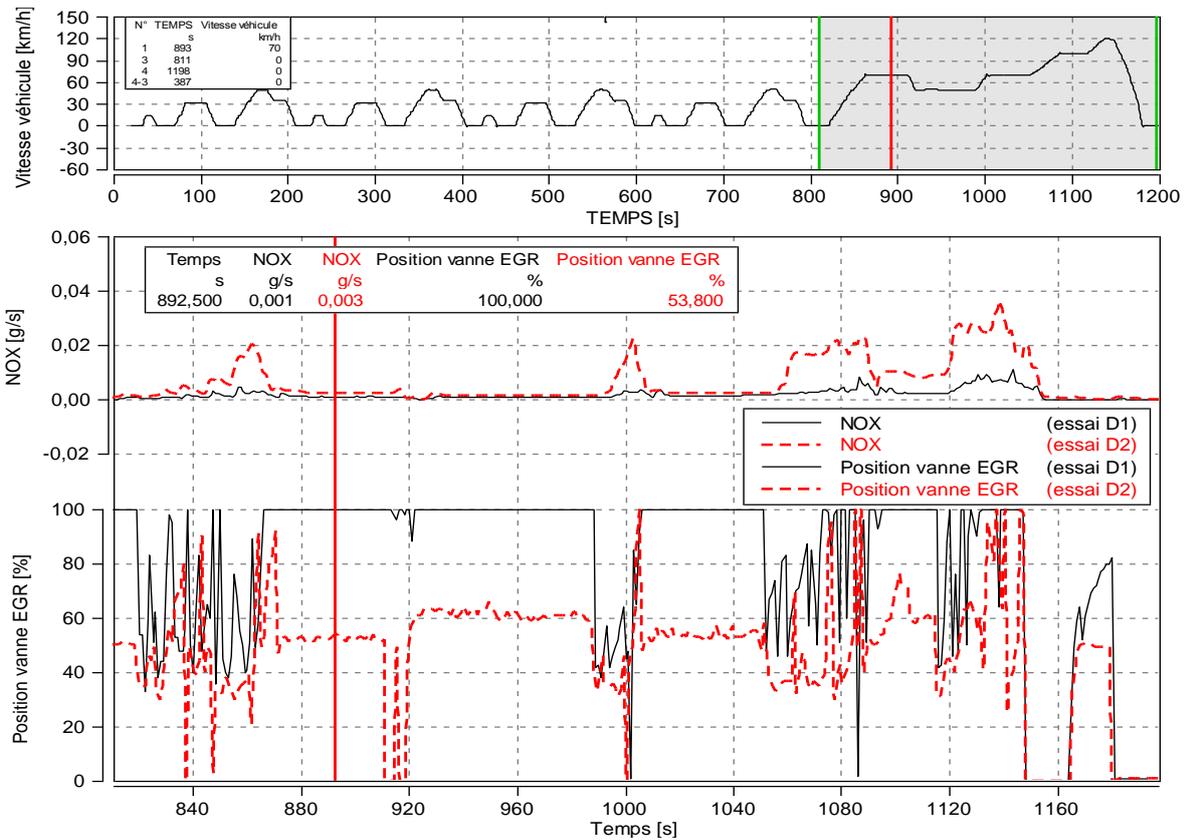
Audi Q3	Global		EUDC	
	NOX mg/km	CO2 g/km	NOX mg/km	CO2 g/km
Déclaré	112.9	137.0	-	-
Réf.	-	-	-	-
D1 froid	132.8	160.3	105.5	133.7
D2 chaud	-	-	347.0	124.7
Ratio /D1 :			329%	93%

Les émissions de NOx sont **3.3 fois plus élevées sur la partie extra-urbaine sur le cycle D2 par rapport au D1**. Dans le même temps, les émissions de CO2 sont 7% plus faibles.

*Définition du Ratio /réf: il s'agit du rapport, en pourcentage entre la mesure du D2 chaud et du D1froid, pour les NOx et pour le CO2.

Constatations

La hausse des émissions de NOx sur la partie extra urbaine du cycle D2 par rapport à celle du cycle D1 s'explique par un **écart de trajectoire de l'actionneur EGR**. En effet, on constate sur l'ensemble de cette phase une utilisation moindre de l'EGR : la vanne est toujours moins ouverte, voire totalement fermée sur certaines accélérations. Ceci est illustré sur la figure suivante :



Commande vanne EGR et émissions de NO_x sur cycle **D1** et **D2**

	Emissions de NO _x (g/km)	Emissions de CO ₂ (g/km)	Emissions de CO (g/km)	Emissions de HC (g/km)	Position vanne EGR (%)	Pression de suralimentation (mbar)	Température eau moteur (°C)	Température amont post-traitement (°C)	Régime moteur thermique (tr/min)	Force banc à roue (N)
D1	0,069	96,9	0,007	0,020	100	1100	78,9	127	1460	231,4
D2	0,137	90,6	0,005	0,020	52	1143	92,0	135	1465	228,3
Stabilisé 70km/h n°1	0,066	89,6	0,006	0,022	100	1070	81,5	139	1354	148,6
Stabilisé 50km/h	0,120	87,4	0,005	0,026	61	1081	91,0	143	1365	150,8
Stabilisé 70km/h n°2	0,091	112,6	0,004	0,014	100	1096	85,2	138	1465	234,2
Stabilisé 70km/h	0,132	95,7	0,005	0,017	54	1141	92,5	141	1450	228,7
Stabilisé 100 km/h	0,107	138,4	0,004	0,012	100	1296	91,4	135	1736	411,4
	0,341	123,8	0,005	0,013	62	1244	94,0	135	1727	405,7

Tableau de synthèse des émissions de NO_x et des positions actionneurs sur les vitesses stabilisées des **D1** et **D2**

3.1.4 Audi A1

Caractéristiques du véhicule



Marque :	AUDI	Modèle :	A1	Année :	2012
Masse à vide :	1160 kg	Kilométrage :	53186 km	Norme :	€ 5
Moteur :	1.6 TDI €5				
	1600 cm ³		4 cylindres		90 ch
Boîte de vitesse :	Automatique				
Suralimentation :	Turbo à géométrie variable				
Définition EGR :	EGR HP avec bypass échangeur				
Post-traitement :	DOC + Filtre à particules				
Autres :	-				

Synthèse des résultats

A1	Global			EUDC		
	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c
Déclaré	135.0	110.0		-	-	
Réf.	162.4	130.5	62 ↗	128.9	110.4	84 ↗
D1 froid	162.8	133.1	62 ↗	128.5	111.5	85 ↗
Ratio /réf :	100%	102%		100%	101%	
D2 chaud	-	-		500.4	102.1	98 →
Ratio /réf :				388%	92%	
D2 froid	-	-		399.7	110.1	77 ↗
Ratio /réf :				310%	100%	

Les émissions de NOx sont **3 fois plus élevées** sur le D2 froid et près de 4 fois pour le D2. Ces 2 cycles sont pour les NOx, au-dessus de la norme €5.

Le gain en consommation semble essentiellement dû aux températures moteur différentes (effet frottements) et peu aux changements de réglages.

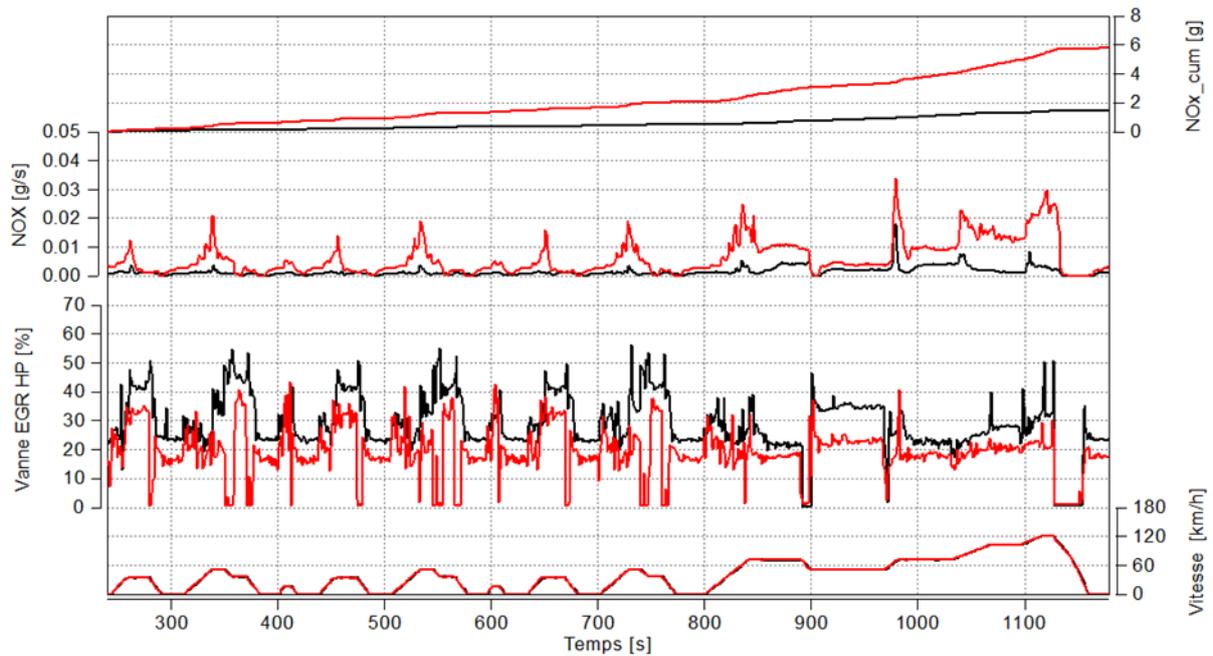
Constatations

Sur le cycle **D1**, le **comportement est équivalent au cycle d'homologation NEDC.**

Sur le cycle **D2**, le **pilotage de la boîte de vitesse automatique est identique** à celui observé lors du cycle NEDC de référence. En revanche, les **comportements de la vanne EGR sont très différents** sur la partie EUDC du cycle D2 avec une très forte hausse des NOx (**x4 sur EUDC**) ; ainsi les NOx dépassent largement la norme €5.

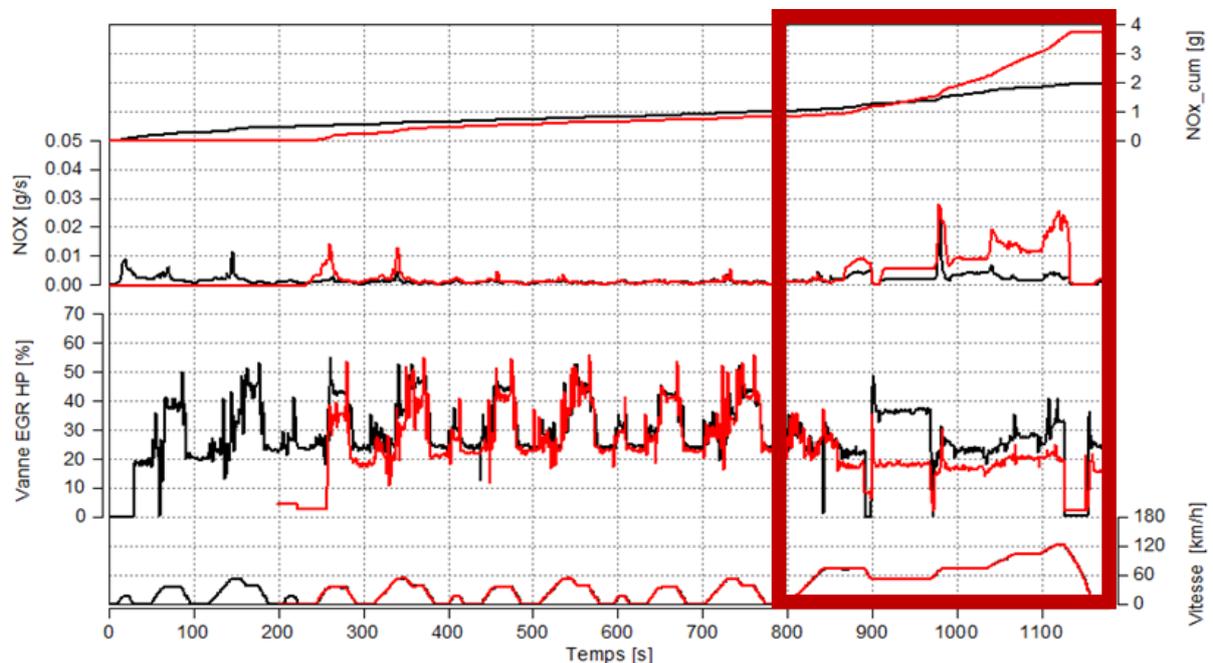
Par contre ce changement de réglages froid/chaud permet une amélioration du brio (reprises) et un encrassement moindre des actionneurs ; cela pourrait être la principale

motivation à cette différence de calibration froid/chaud. Le gain CO_2 est, quant à lui, limité (< 5%).



Comparaison des cycles **D1** et **D2 chaud**, position vanne EGR et émissions de NOx

La comparaison du cycle NEDC avec le D2 froid (NEDC tronqué d'1 ECE) permet de constater un **basculement de comportement** lorsque les 2 cycles diffèrent notablement c.-à-d. dès le début de l'EUDC. Ceci semble montrer la présence d'un logiciel comparant la trace de vitesse avec celle du NEDC, et opère une commutation de calibration.



Comparaison des cycles **NEDC référence** et **D2 froid** position vanne EGR et émissions de NOx

3.1.5 Volkswagen Polo

Caractéristiques du véhicule



Marque :	VOLKSWAGEN	Modèle :	POLO	Année :	2013
Masse à vide :	1057kg	Kilométrage :	44306km	Norme :	€ 5
Moteur :	1.2 TDI €5				
	1199 cm3		3 cylindres		75ch
Boîte de vitesse :	Manuelle		5 rapports		
Suralimentation :	Turbo à géométrie variable				
Définition EGR :	EGR HP avec bypass échangeur				
Post-traitement :	DOC + Filtre à particules				
Autres :	Volet de turbulence admission				

Synthèse des résultats

POLO	Global			EUDC		
	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c
Déclaré	142.0	99.0		-	-	
Réf.	118.0	115.8	63 ↗	93.8	95.9	83 ↗
D1 froid	115.1	116.9	60 ↗	91.1	95.9	81 ↗
Ratio /réf :	98%	101%		97%	100%	
D2 chaud	-	-	-	178.8	89.6	94 →
Ratio /réf :				191%	93%	
D2 froid	-	-	-	166.8	92.3	75 ↗
Ratio /réf :				178%	96%	

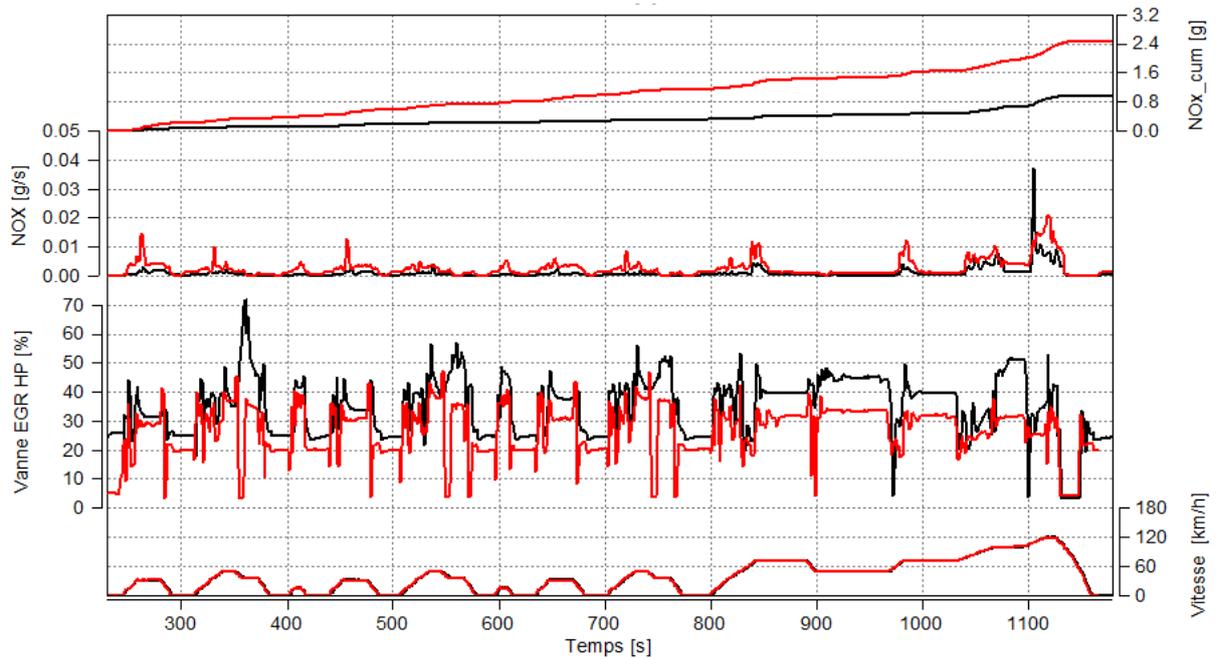
Les émissions de NOx ont un ratio de 1.8 sur le D2 froid et près de 2 sur le D2 par rapport à celles du NEDC – toutefois **elles restent dans la norme €5.**

Le gain en consommation semble essentiellement dû aux températures moteur différentes (effet frottements) et peu aux changements de réglages.

Constatations

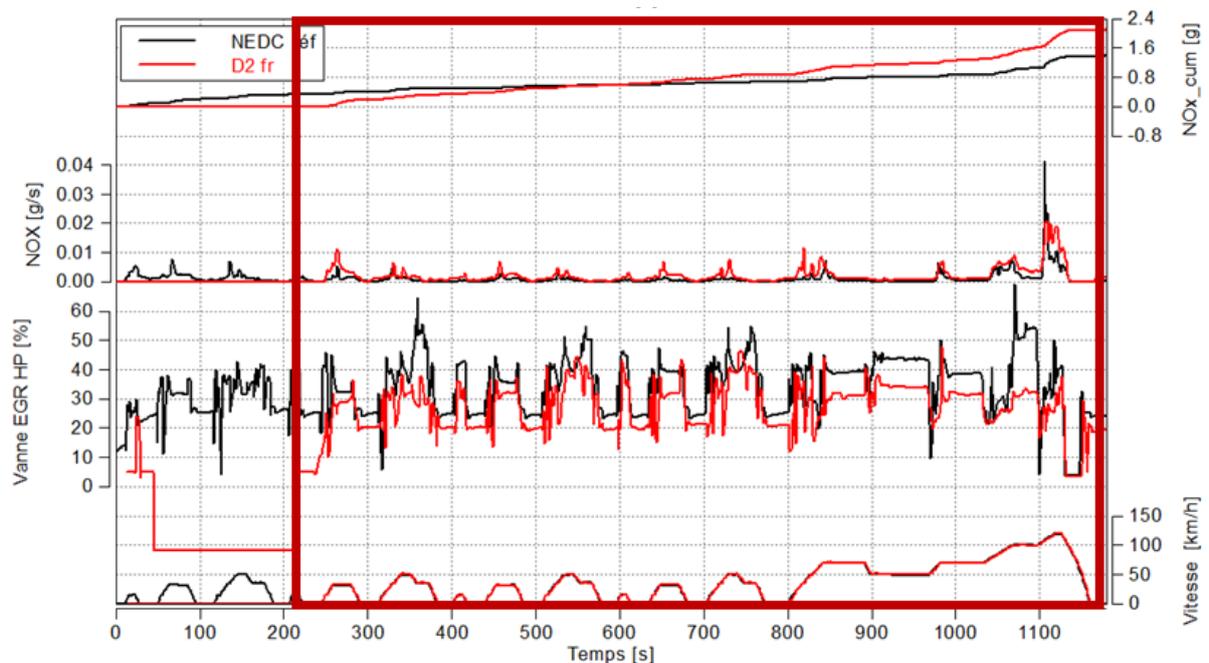
Sur le cycle **D1**, le **comportement est équivalent au cycle d'homologation NEDC.**

En revanche, on constate des comportements de la vanne EGR différents sur le cycle D2, associé à un doublement des émissions de NOx sur la partie EUDC, **tout en restant dans la norme €5.** Les gains principaux attendus de cette modification de réglage sont le brio (reprises) et la fiabilité (encrassement moindre). Le gain de consommation obtenu est moindre (< 3%), il ne semble pas être le but principal du changement de réglages.



Comparaison des cycles **D1** et **D2 chaud**, position vanne EGR et émissions de NOx

La comparaison du cycle NEDC avec le D2 froid (NEDC tronqué d'1 ECE) permet de constater un **basculement de comportement** dès le début du D2 froid avec une détection de la 1^{ère} bosse ECE manquante **tout en restant dans la norme €5**. Ceci semble montrer la présence d'un logiciel comparant la trace de vitesse avec celle du NEDC, et opère une commutation de calibration.



Comparaison des cycles **NEDC référence** et **D2 froid**, position vanne EGR et émissions de NOx

3.1.6 Peugeot 5008

Caractéristiques du véhicule



Marque :	PEUGEOT	Modèle :	5008	Année :	2014
Masse à vide :	1430kg	Kilométrage :	24501km	Norme :	€ 5
Moteur :	DV6 1.6L Euro5				
	1560cm3		4 cylindres		115ch
Boîte de vitesse :	Manuelle		6 rapports		
Suralimentation :	Turbo à géométrie variable				
Définition EGR :	EGR HP avec bypass échangeur				
Post-traitement :	DOC + Filtre à particules				
Autres :	-				

Synthèse des résultats

5008	Global			EUDC		
	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c
Déclaré	140.2	128.0		-	-	
Réf.	121.2	130.4	64 ↗	92.0	113.8	80 →
D1 froid	120.0	134.2	65 ↗	96.1	119.1	80 →
Ratio /réf :	99%	103%		105%	105%	
D2 chaud	-	-		186.0	110.6	81 →
Ratio /réf :				202%	97%	
D2 froid	-	-		102.1	117.7	79 →
Ratio /réf :				111%	103%	

Les émissions de NOx sur la partie extra-urbaine du cycle sont **2 fois** plus élevées sur le D2 par rapport à la référence et dépassent de peu la norme €5.

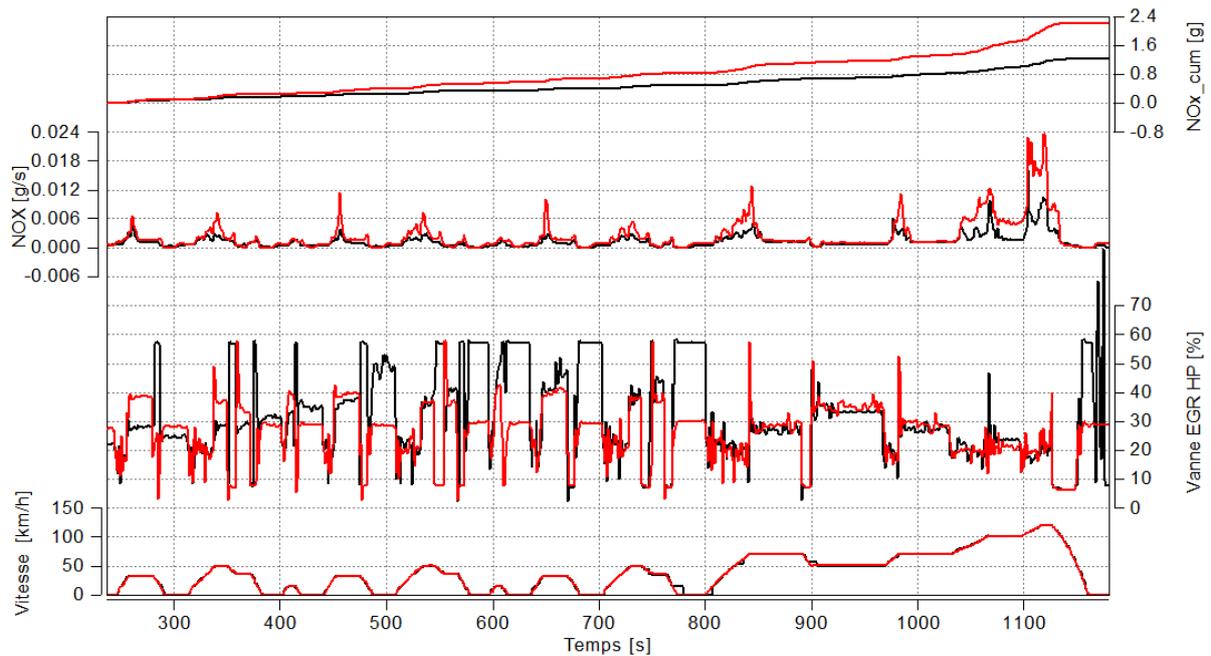
Le gain en consommation avec ces réglages est limité (<5%) sur l'EUDC.

Constatations

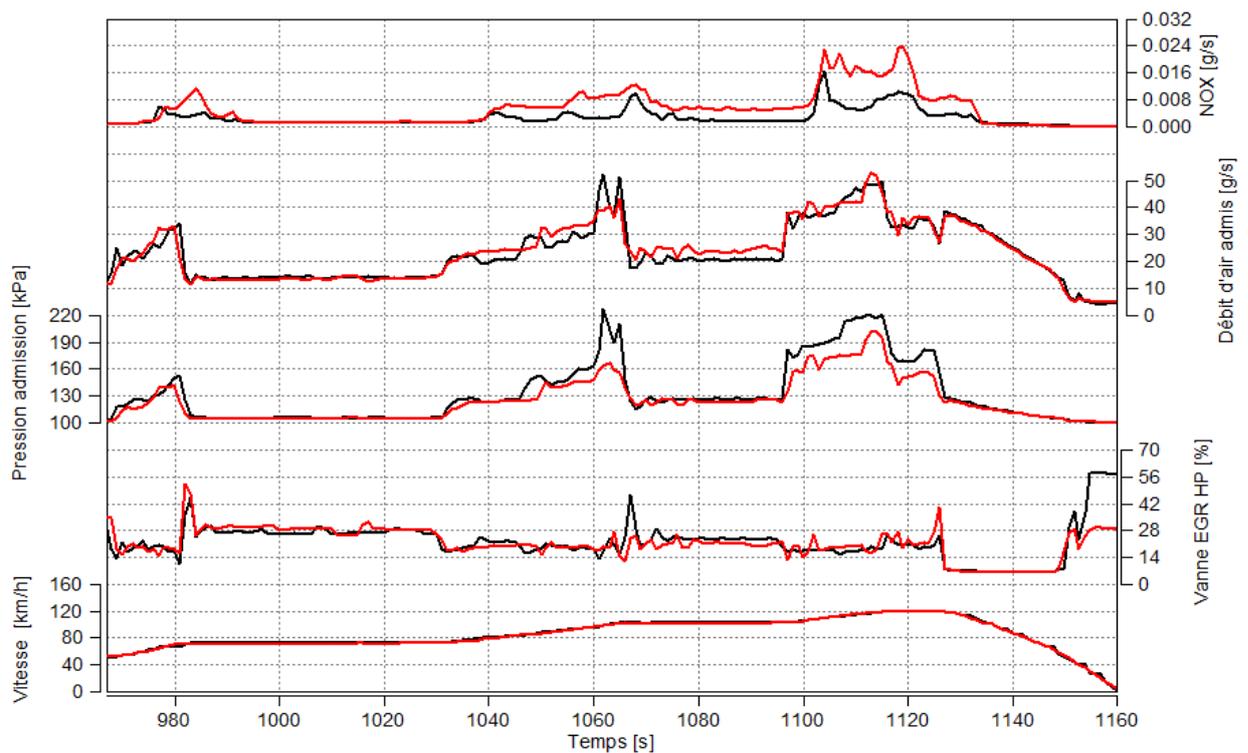
Sur le cycle **D1**, le **comportement est équivalent au cycle d'homologation NEDC**. Il en est de même pour le D2 froid, ce qui montre qu'il n'y a **pas de reconnaissance de cycle** calquée sur la comparaison de la trajectoire de vitesse avec celle du NEDC.

En revanche, **on constate des réglages moteurs différents sur l'EUDC du D2 de ceux du NEDC d'homologation départ froid** basés sur la température moteur. Ces réglages induisent une hausse des NOx (**x1.9 sur EUDC**) mais restent à la limite de la norme €5. Ces réglages à chaud induisent une amélioration du brio, une baisse de l'utilisation (et donc un

moindre encrassement) du circuit EGR associée à une hausse des émissions NOx, et une baisse de l'ordre de 5% de la consommation. Les trajectoires des actionneurs de la boucle EGR (vanne EGR – papillon admission) restent toutefois comparables.



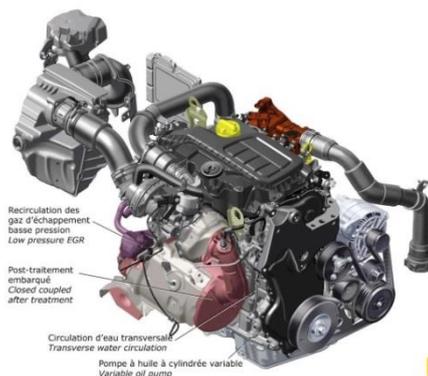
Comparaison des cycles **D1** et **D2chaud**, position vanne EGR et émissions de NOx



Comparaison de la partie plus haute vitesse de cycle EUDC entre le **cycle D1** et **D2**, position vanne EGR et émissions de NOx

3.1.7 Renault Clio

Caractéristiques du véhicule



Marque :	RENAULT	Modèle :	CLIO	Année :	
Masse à vide :		Kilométrage :	17574 km	Norme :	€ 5
Moteur :	K9K 1.5L Euro5				
	1461 cm3		4 cylindres		90 ch
Boîte de vitesse :	Manuelle		5 rapports		
Suralimentation :	Turbo à géométrie variable				
Définition EGR :	EGR HP et BP				
Post-traitement :	DOC + Filtre à particules				
Autres :	-				

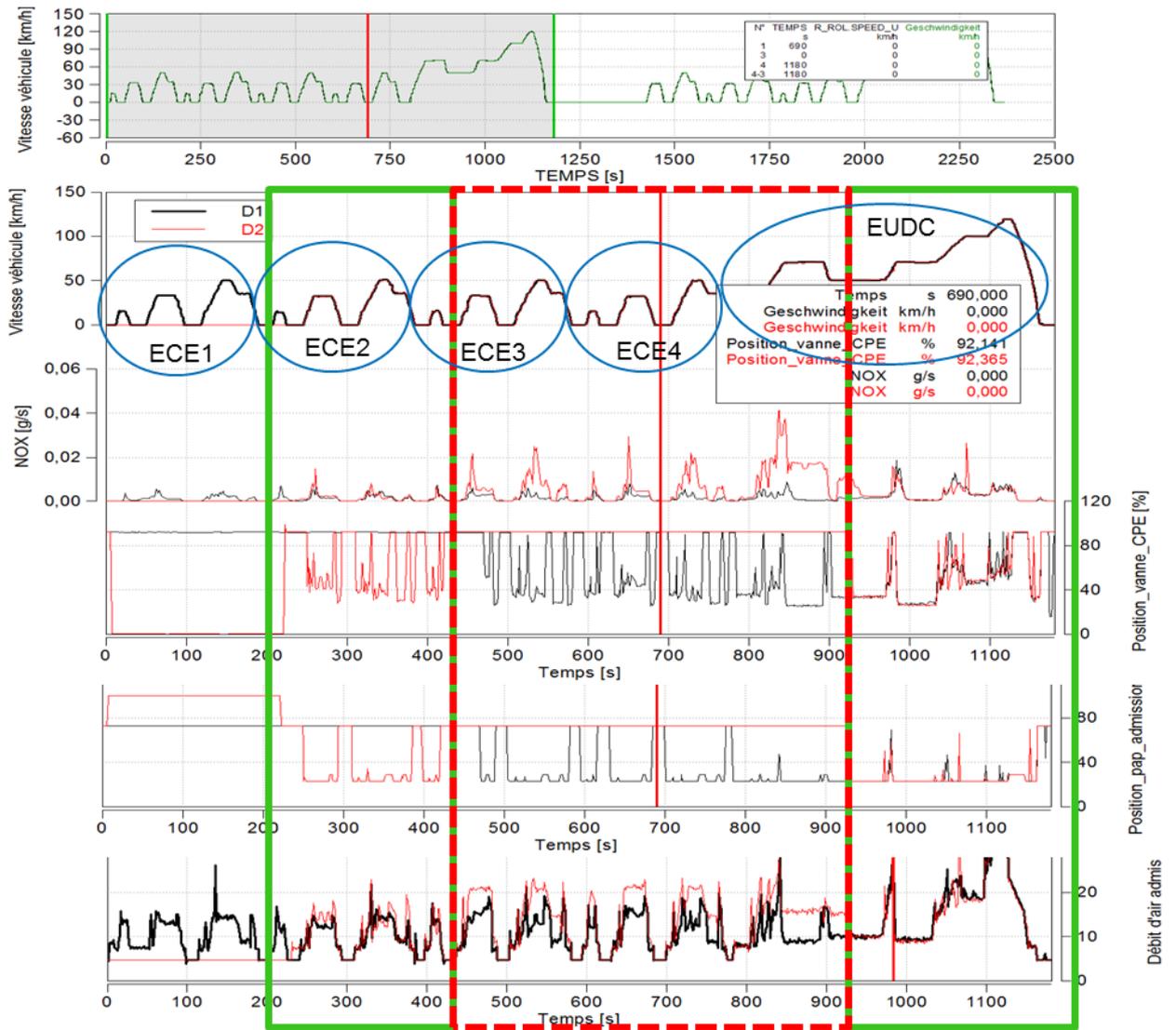
Synthèse des résultats

Clio	Global		EUDC	
	NOX mg/km	CO2 g/km	NOX mg/km	CO2 g/km
Déclaré	151.7	83.0	-	-
Réf.	70.0	109.3	-	-
D1 froid	182.4	102.7	137.0	93.5
D2 chaud	-	-	354.6	86.6
Ratio /D1 :			259%	93%

On observe une **hausse des émissions de NOx et un compromis NOx/CO2 différent sur le cycle D2** par rapport au D1. Sur la partie extra-urbaine du cycle, les émissions de NOx sont multipliées par **2.6**.

Constatations

Les **comportements des actionneurs de la boucle d'air** (vanne CPE – contre-pression à l'échappement et papillon admission) sont **différents sur une partie du cycle D2** (à partir de l'ECE3 et jusqu'au stabilisé 50 km/h de l'EUDC) entraînant sur cette phase une réduction du taux EGR (HP et BP) et la hausse des émissions de NOx mesurée. Les paramètres permettant ce changement de mode de fonctionnement du moteur thermique ne peuvent pas être déterminés uniquement via l'instrumentation.



Comparaison des cycles **D1** et **D2**, positions actionneurs et émissions de NOx

On constate un changement de mode de fonctionnement du moteur thermique durant le cycle avec une réduction forte du taux d'EGR. La température d'eau moteur est potentiellement l'un des paramètres permettant ces basculements de modes mais d'autres paramètres d'entrées peuvent aussi être retenus.

3.2 Véhicules Euro 6

3.2.1 Technologies

Le respect du seuil réglementaire d'émissions de NO_x de 80 mg/km en Euro 6 est difficile par la seule dépollution à la source par l'EGR, si bien que les véhicules homologués aujourd'hui en €6 sans organe spécifique de post-traitement de NO_x existent mais se font de plus en plus rares. L'ensemble des cinq véhicules testés dans le cadre de ces analyses complémentaires disposent d'un système de post-traitement des NO_x.

A-contrario des moteurs à allumage commandés fonctionnant à richesse 1, la catalyse 3 voies n'est pas applicable de la même façon pour les moteurs diesel car ils ne fonctionnent *a priori* qu'en mélange pauvre et donc en milieu oxydant. Deux solutions technologiques spécifiques ont été développées et déployées principalement à partir de la réglementation €6 :

- **Le stockage et réduction des NO_x lors de brefs passages en mode riche: Piège à NO_x, Lean NO_xTrap (LNT)**
 - o Applications en essence mélange pauvre depuis fin des années 90
 - o Application diesel depuis 2003
- **La réduction catalytique sélective (SCR)**
 - o Par l'urée: application aux poids-lourd depuis 2005
 - o Par les HC: non développée ici car non déployée (Pas besoin de réservoir spécifique mais nombreux inconvénients: efficacité réduite et fenêtre de température étroite, forte compétitivité avec l'oxydation des HC, sélectivité médiocre (formation de N₂O)).

Fonctionnement du NO_xTrap

Le NO_xTrap fonctionne par une alternance de phases de stockage et de réduction des oxydes d'azote :

- En fonctionnement normal (mélange pauvre) le NO_xTrap procède au **stockage du NO₂** en nitrate de baryum solide sur oxyde de baryum avec les limitations suivantes liées à la température du système de post-traitement : à basse température, cinétique d'oxydation du NO limitante ; à haute température, instabilité des nitrates et équilibre NO/NO₂ font fortement chuter la capacité de stockage.
- Lors de phases dites de **purges**, le moteur fonctionne en **mélange riche afin de procéder au déstockage** par décomposition des nitrates et réduction. Les inconvénients de ces passages en mélange riche sont nombreux : augmentation de la consommation, émissions de fumées, contraintes thermiques sur le moteur, dilution d'huile. La fréquence de ces purges dépend de la production de NO_x du moteur et de la capacité de stockage du NO_xTrap. Pour avoir un ordre de grandeur, en roulage extra-urbain, une purge doit intervenir au moins toutes les 5min pour une durée d'une dizaine de seconde.

Le NOxTrap est également très sensible à un empoisonnement par le soufre, et le maintien de son efficacité au cours de temps requiert des phases de dé-sulfatation : il s'agit de plusieurs minutes à des températures élevées (600/700°C). Ces phases impactent également la consommation et le vieillissement thermique. L'efficacité de ces événements périodiques est pour autant incomplète entraînant une lente baisse de l'efficacité de conversion du NOxTrap au cours du temps.

Fonctionnement du SCR

Le SCR consiste en l'injection à l'échappement d'un réducteur présentant une forte sélectivité vis-à-vis des NOx, généralement de l'urée. La décomposition et l'hydrolyse de l'urée permet la formation de NH₃ intervenant dans la réduction des NOx. Un tel système nécessite des formulations catalytiques adaptées et une gestion fine de l'injection du réducteur pour éviter les émissions parasites. L'intégration d'un tel système sur véhicule est complexe, volumineuse et coûteuse, notamment de par la nécessité du fluide supplémentaire (réservoir, injecteur, mixeur). L'efficacité de conversion est élevée et l'impact sur la consommation est nul, voire positif si l'on prend en compte la possibilité de dé-contraindre les émissions de NOx à la source améliorant ainsi le rendement de combustion.

	SCR par l'urée	Piège à NOx
Gestion du système	Injection d'Adblue : - Pulvérisation, vaporisation, hydrolyse - Maîtrise des quantités de NH ₃ adsorbées	Stockage en pauvre et purges en riche : - Dilution d'huile si post-injection - Agrément de conduite
Efficacité	Elevée (>80%)	Moyenne (60-70%)
Plage de température	~200°C à 600°C	~200°C à 400°C
Durabilité	Bonne	Moyenne
Sensibilité au soufre	Négligeable	Forte
Emissions parasites	NH ₃ , N ₂ O	CO, HC, PM (purges riches) H ₂ S, SO ₂ (désulfatation)
Métaux précieux	Quantités limitées si présence catalyseur d'oxydation en amont pour les faibles températures	Quantités importantes
Implantation sur véhicule	Complexe et volumineuse	Simple
Effet sur la consommation	Positif si NOx à la source relâchés	Négatif
Coût	SCR > LNT pour petits véhicules SCR < LNT pour véhicules des segments supérieurs	

Tableau de synthèse et comparaison des caractéristiques SCR vs. NOxTrap

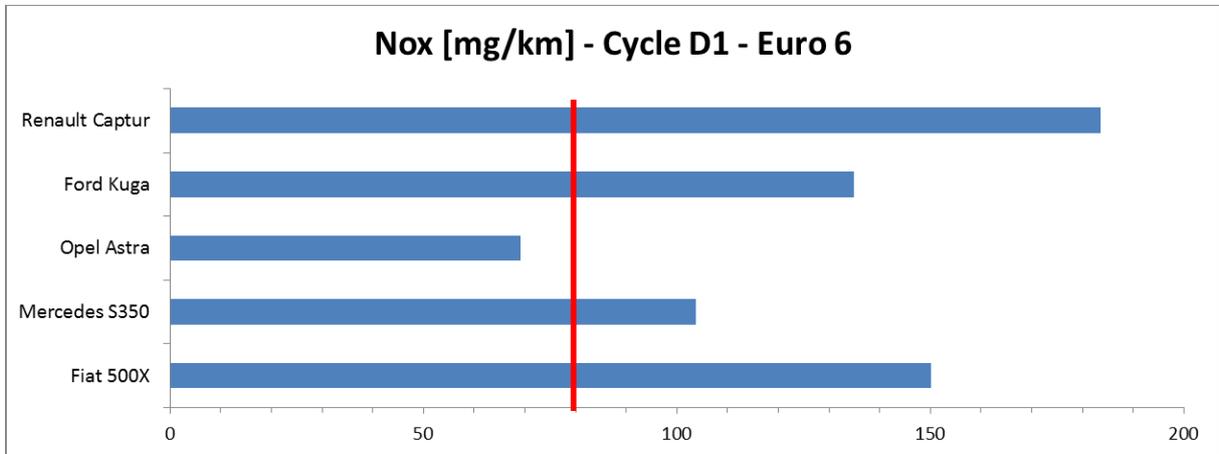
Certains constructeurs ont travaillé à l'association des systèmes NOxTrap et SCR. C'est notamment le cas de Ford sur le Ford Kuga analysé dans le cadre de cette étude. L'objectif de cette association est d'améliorer l'efficacité de conversion d'un NOxTrap conventionnel, notamment à faible température, en lui adjoignant un système SCR sans urée, le réducteur NH₃ étant produit en amont par le NOxTrap.

Pour rappel, les systèmes de post-traitement des NOx sur les véhicules testés sont :

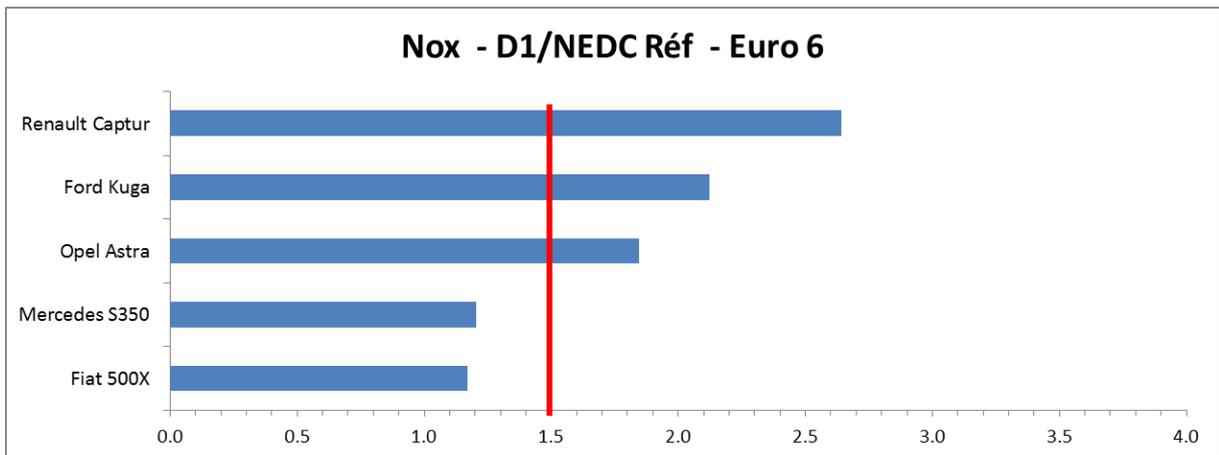
- NOxTrap : Renault Captur, Opel Astra, Fiat 500x ;
- SCR : Mercedes S350 ;
- NOxTrap + SCR sans urée : Ford Kuga.

3.2.2 Synthèse des résultats

Quatre des cinq véhicules €6 testés dépassent le critère de 80mg/km +10% fixé par la commission indépendante sur le cycle D1.



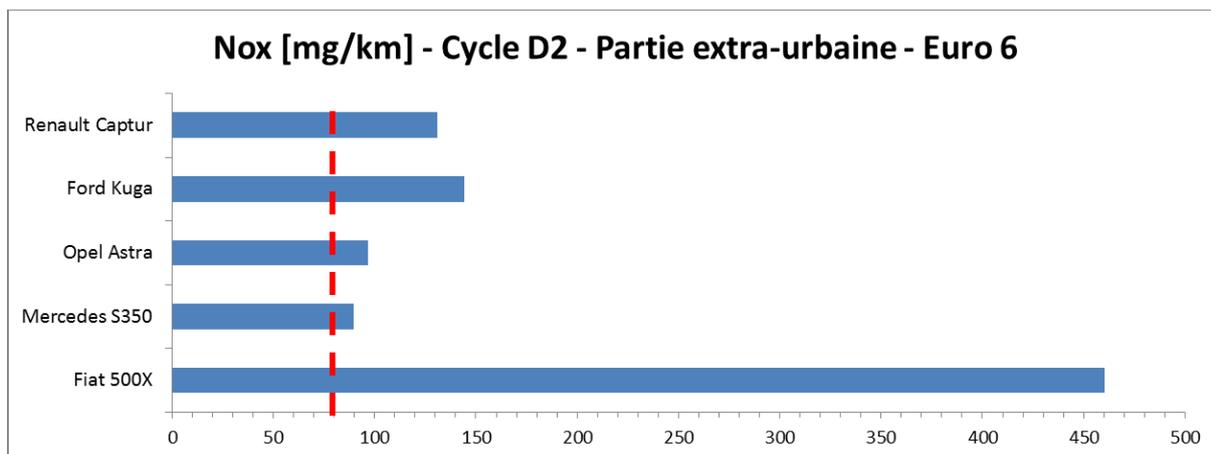
Emissions de NOx sur cycle D1 – Véhicules €6



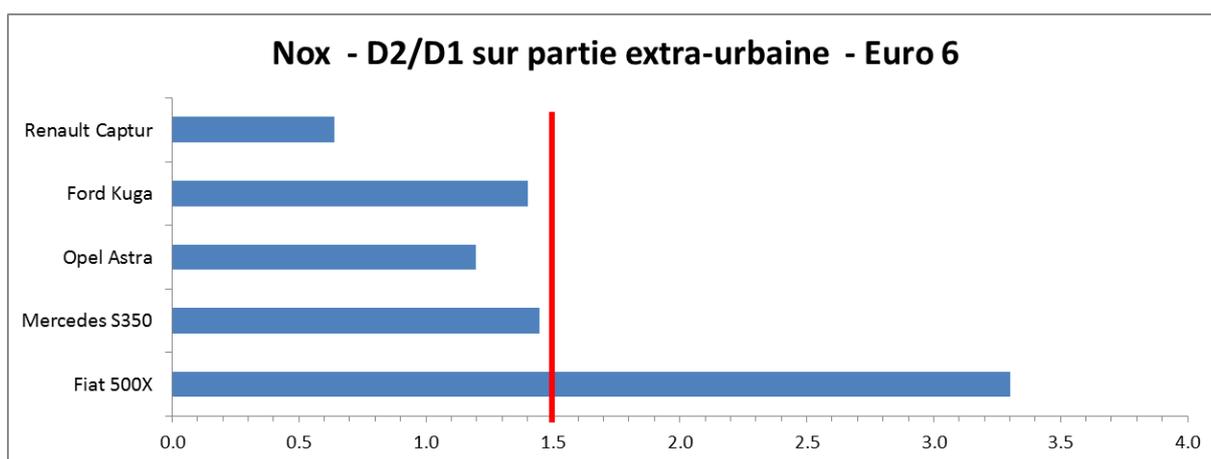
Rapport entre les émissions de NOx sur les cycles D1 et référence – Véhicules €6

La forte hausse des émissions sur cycle D1 par rapport au cycle NEDC référence sur trois des quatre véhicules équipés de NOxTrap montre la forte sensibilité de cette technologie à l'historique d'utilisation, à savoir au chargement initial du piège à NOx résultant du type de pré-conditionnement effectué. Bien que cette hausse soit conséquente pour l'Opel Astra, les émissions restent, en absolu, basses et inférieures au seuil réglementaire.

De plus, pour les véhicules €6 testés, le cycle D1 est globalement plus élevé en ratio D1/NEDC ref que celui observé pour les véhicules €5.



Emissions de NOx sur cycle D2 – Véhicules €6



Rapport entre les émissions de NOx sur les cycles D2 et D1 – Véhicules €5

La hausse des émissions de NOx sur la partie extra urbaine du cycle D2 par rapport au D1 est globalement moindre que pour les véhicules €5, à l'exception de la Fiat 500x. Pour les autres véhicules, cette hausse est inférieure au facteur 1.5 fixé par la commission indépendante.

3.2.3 Fiat 500X

Caractéristiques du véhicule



Marque :	FIAT	Modèle :	500X	Année :	
Masse à vide :		Kilométrage :	12553 km	Norme :	€ 6
Moteur :	MultiJet II				
	1956 cm3	4 cylindres	140 ch		
Boîte de vitesse :	Automatique		9 rapports		
Suralimentation :	Turbo				
Définition EGR :	EGR HP et BP				
Post-traitement :	NOxTrap + Filtre à particules				
Autres :	-				

Synthèse des résultats

500x	Global		EUDC	
	NOX mg/km	CO2 g/km	NOX mg/km	CO2 g/km
Déclaré	68.2	144.0	-	-
Homolo.	128.3	204.2	122.7	170.0
D1 froid	150.2	204.4	139.4	163.6
Ratio /réf :	117%	100%	114%	96%
D2 chaud	-	-	460.5	158.6
Ratio /réf :			375%	93%
D2 chaud*	-	-	801.0	157.5
Ratio /réf :			653%	93%

*Réalisé à la suite du NEDC REF, sans coupure du contact

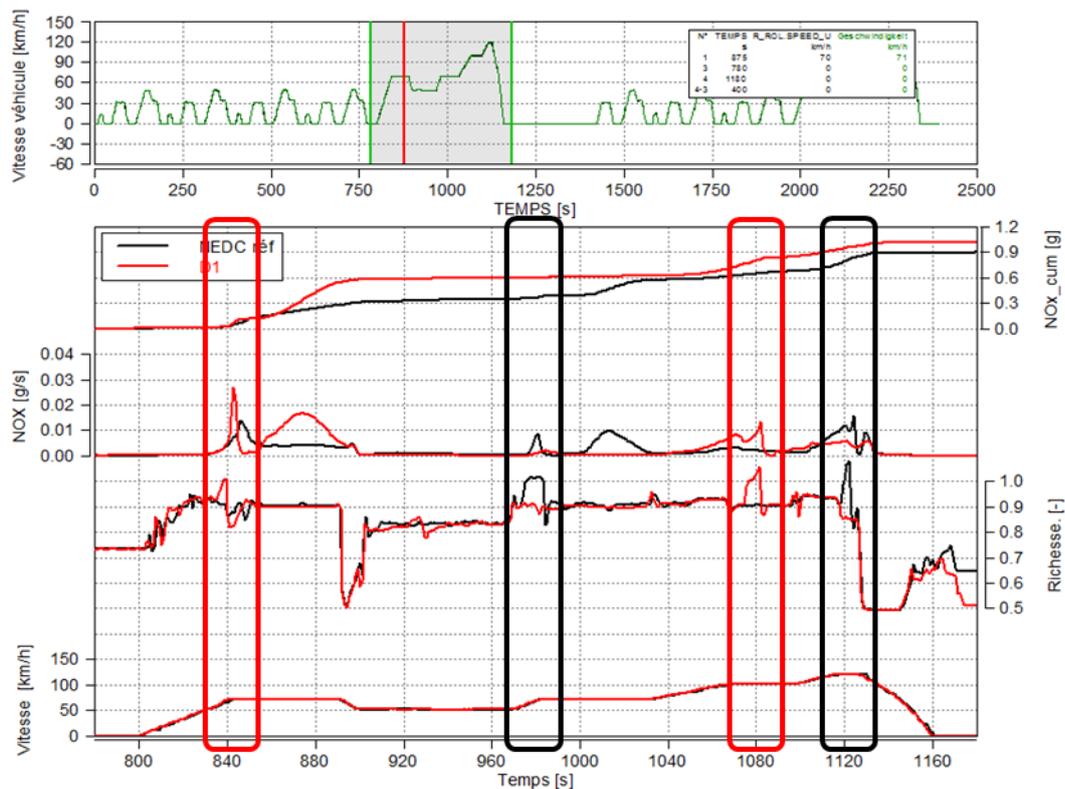
Les émissions sur le cycle **NEDC référence** sont **au-delà du seuil réglementaire** à 128 mg/km. Elles sont encore supérieures sur le cycle D1 avec une hausse de 17%.

Sur le cycle D2, les émissions augmentent très nettement. Sur la partie extra-urbaine du cycle, les émissions de NOx sont multipliées par **3.8** par rapport au cycle de référence.

Constatations

Les émissions de NOx sur le NEDC de référence (128mg/km) sont supérieures à la valeur constructeur (68 mg/km) et à la norme (80 mg/km). Les **2 purges du LNT sont tardives et partiellement efficaces dans le NEDC** et une seule purge précoce dans le pré-conditionnement conduit à **un LNT chargé au début du cycle NEDC**.

Les mêmes comportements sont observés sur le cycle D1. Les émissions sont supérieures (150mg/km) dues à une occurrence de purge décalée; la dépollution à la source (EGR) ne montre pas d'écart majeur par rapport au NEDC de référence. Le pré-conditionnement ne génère également qu'une purge conduisant à un LNT chargé.

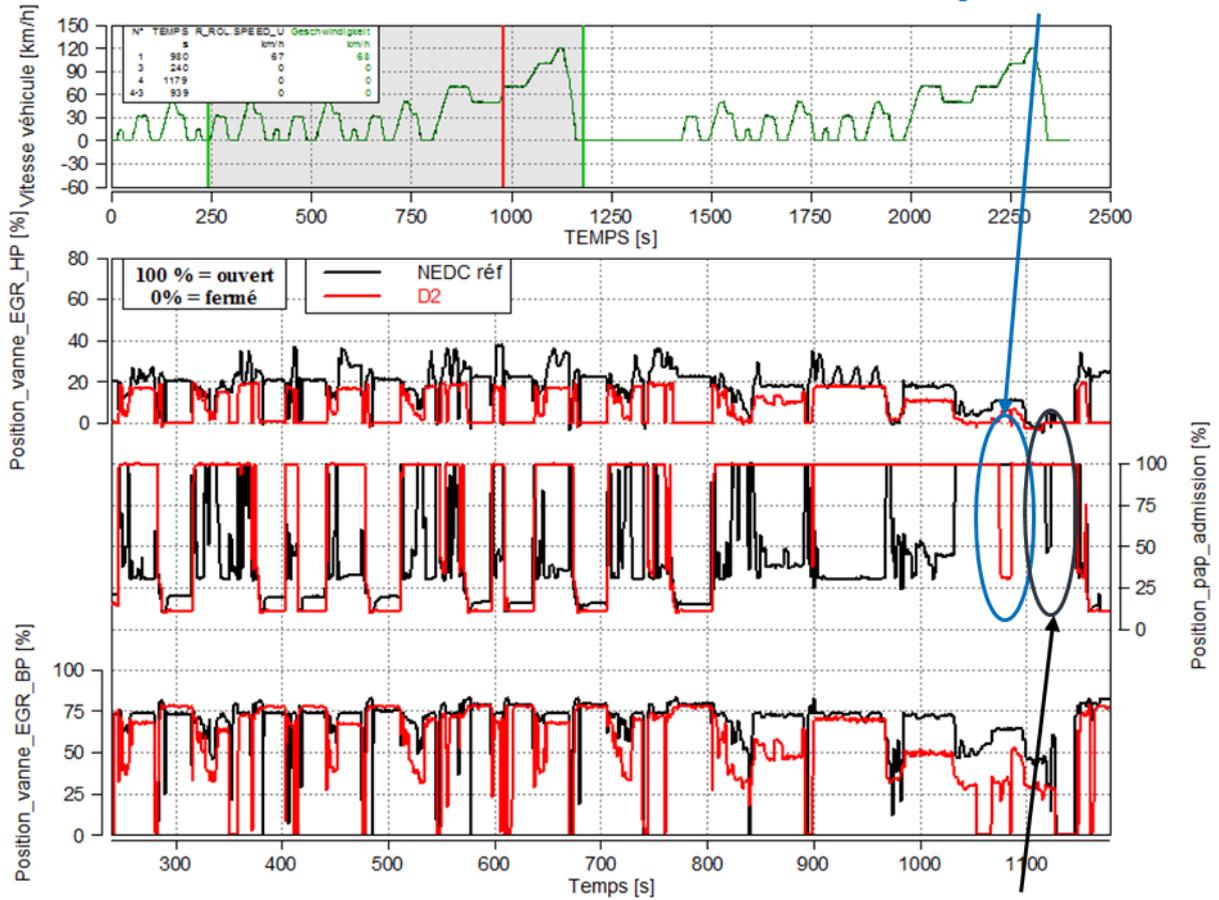


Comparaison du cycle EUDC entre le **cycle référence** et **D1** : les purges LNT du D1 sont incomplètes avec un piège à NOx chargé au préalable à l'issu du conditionnement

Les émissions sur le **D2** sont très nettement supérieures en raison **d'écart de contrôle des actionneurs EGR**. La loi de passage de rapport de la boîte automatique est également différente. Globalement, le compromis NOx/CO2/Brio diffère entre D2 et NEDC référence.

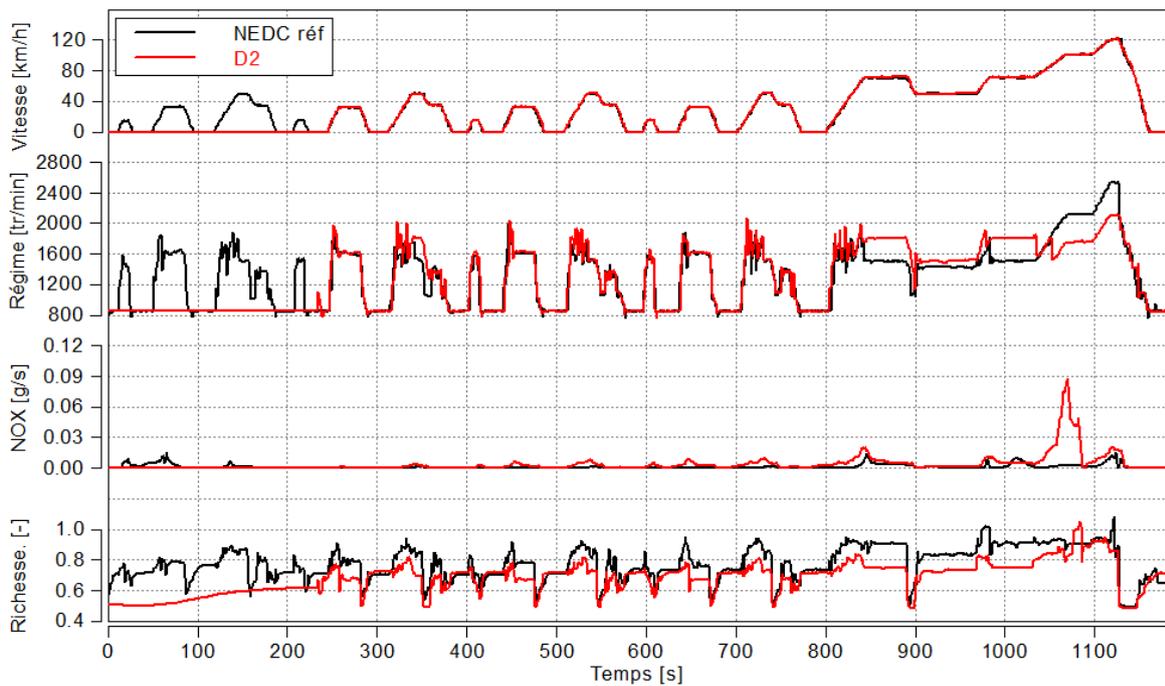
En l'absence de coupure de contact avant le D2, les réglages des actionneurs EGR restent les mêmes mais aucune purge du LNT n'est observée entraînant des émissions encore supérieures.

Purge LNT sur D2



Purge LNT sur NEDCref

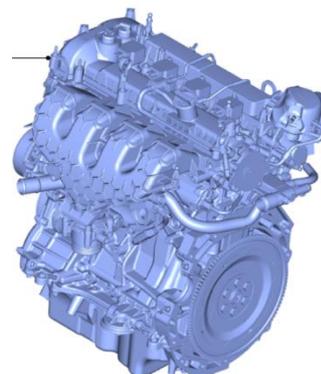
Comparaison des cycles **NEDCref** et **D2**, positions actionneurs et émissions de NOx



Comparaison des cycles **NEDCref** et **D2** : le régime moteur lorsqu'il est différent, reflète un rapport de boîte engagé différent.

3.2.4 Ford Kuga

Caractéristiques du véhicule



Marque :	FORD	Modèle :	KUGA	Année :	2016
Masse à vide :	1614 kg	Kilométrage :	3010 km	Norme :	€ 6
Moteur :	Duratorq 2.0L TDCi €6				
	1997 cm3		4 cylindres		120 ch
Boîte de vitesse :	Manuelle		6 rapports		
Suralimentation :	Turbo à géométrie variable				
Définition EGR :	EGR HP				
Post-traitement :	NOxTrap + SCR sans urée + Filtre à particules				
Autres :	-				

Synthèse des résultats

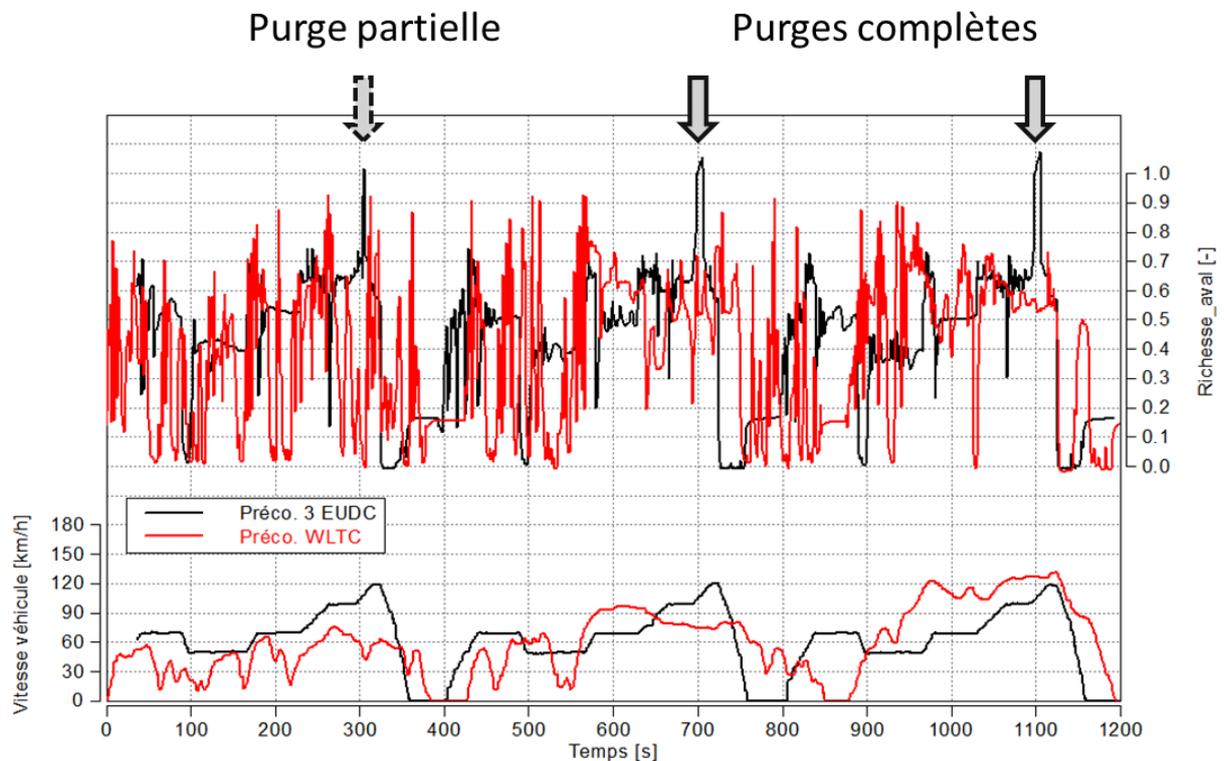
Kuga	Global			EUDC		
	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c
Déclaré	57.1	122.0		-	-	
Réf.	63.6	137.2	56 ↗	41.1	124.1	79 ↗
D1 froid	134.9	139.2	58 ↗	103.1	124.5	81 ↗
Ratio /réf :	212%	101%		251%	100%	
D2 chaud	-	-		144.3	117.3	93 →
Ratio /réf :				351%	95%	
D2 froid	-	-		121.2	125.5	74 ↗
Ratio /réf :				295%	101%	

Les émissions de NOx sont **2.1** fois supérieure sur le cycle D1 par rapport au NEDC référence. Le niveau de 135mg/km est **1.7 fois supérieur à la norme €6**. La consommation est identique.

Constatations

Concernant la comparaison du cycle de référence avec le D1, on constate des émissions de NOx 2.1 fois supérieures sur le D1 avec un niveau de 135mg/km soit 1.7 fois la norme Euro 6. Sur ce cycle **D1**, la **gestion des émissions à la source reste inchangée** (le contrôle des actionneurs de la boucle d'air reste identique). En revanche, **l'efficacité du post-traitement est en retrait** dès le début du cycle. Cette efficacité moindre provient du comportement sur les pré-conditionnements. En effet, on observe sur le pré-conditionnement du D1 (WLTC) l'absence totale de purge du piège à NOx. Lors du pré-conditionnement du cycle de

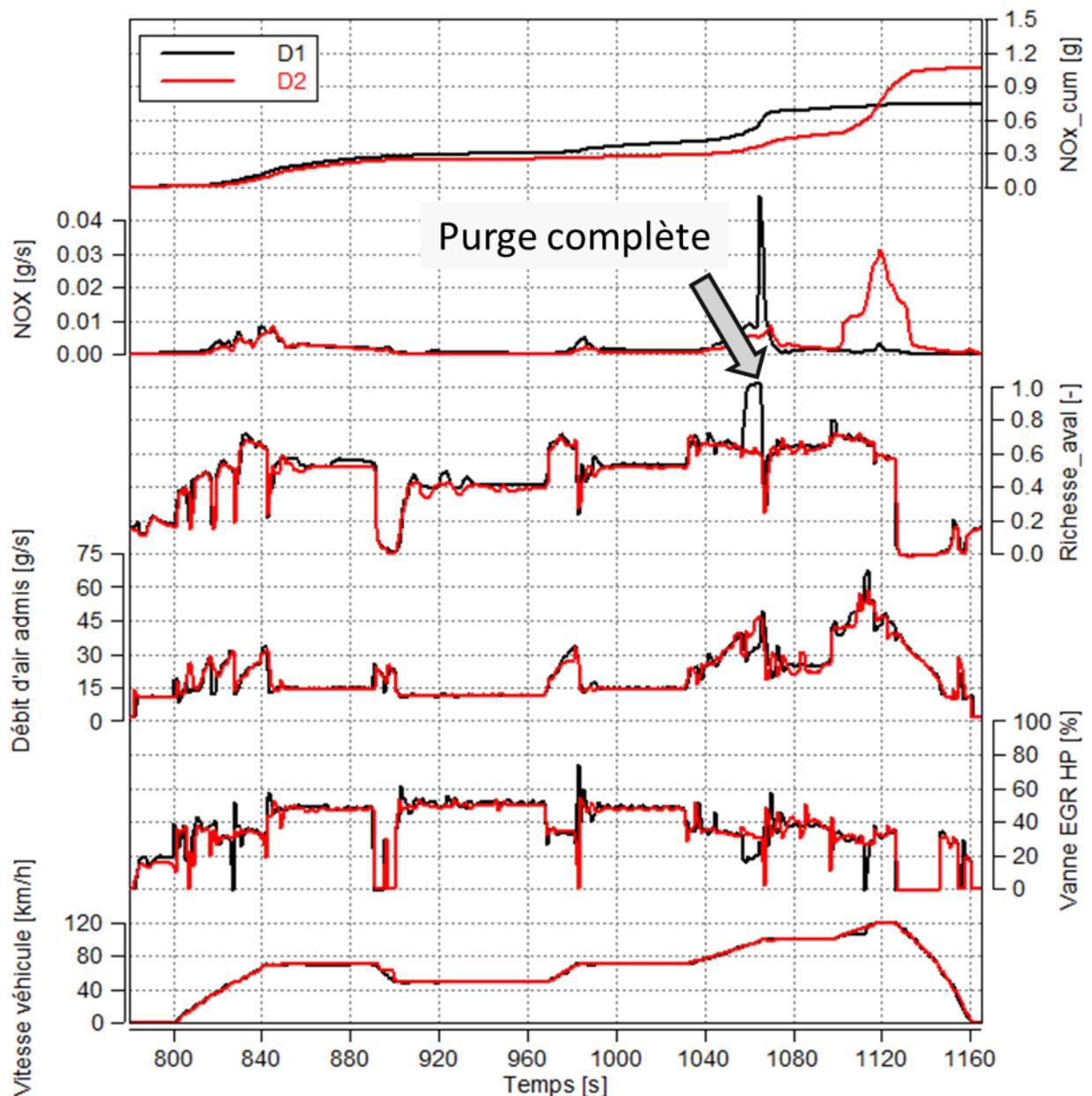
référence (3 EUDC), 2 purges complètes sont observées sur les paliers 100 km/h. Ainsi, les écarts d'émissions entre NEDC référence et D1 s'expliquent par **l'écart de pré-conditionnement et un piège à NOx probablement saturé à l'issue du pré-conditionnement D1**. On peut préciser toutefois que la gestion du post-traitement est similaire entre le cycle extra urbain du D1 et du NEDC. La différence provient véritablement de la gestion lors du pré-conditionnement.



Comparaison sur des conditionnements **3EUDC** et **WLTC**, de la richesse qui permet d'identifier les phases des purges : 3 purges pour les 3EUDC et 0 purge pour le WLTC

Concernant le D2, on observe une hausse des émissions de NOx de 40% par rapport à D1, et de 350 % par rapport au cycle de référence. Cette hausse d'émissions s'explique par l'absence de purge sur le D2 chaud. Sans purge sur le cycle extra urbain, le NOxTrap est saturé, les émissions sur la fin du cycle sont donc bien plus élevées. Sur ce cycle, la gestion des actionneurs de la boucle d'air reste également inchangée.

En conclusion, les NOx sont réduits à la source de la même manière par l'EGR sur l'ensemble des essais réalisés. Néanmoins, concernant la gestion du NOxTrap, la stratégie de contrôle semble activer les purges de manière reproductible sur des événements du cycle extra-urbain (transitoires autour du palier 100km/h). Ainsi, des émissions de NOx plus élevées sur D1 proviennent d'une absence de purge sur le pré-conditionnement WLTC.



Comparaison de la partie EUDC des cycles **D1** et **D2** : 1 purge sur le D1 et aucune sur le D2.

3.2.5 Mercedes S350

Caractéristiques du véhicule



Marque :	MERCEDES	Modèle :	S350dL	Année :	2015
Masse à vide :	2025 kg	Kilométrage :	14300 km	Norme :	€ 6
Moteur :	3.0L V6				
	2987 cm3	6 cylindres	258 ch		
Boîte de vitesse :	Automatique		7 rapports		
Suralimentation :	Turbo à géométrie variable				
Définition EGR :	EGR HP				
Post-traitement :	SCR + Filtre à particules				
Autres :	-				

Synthèse de résultats

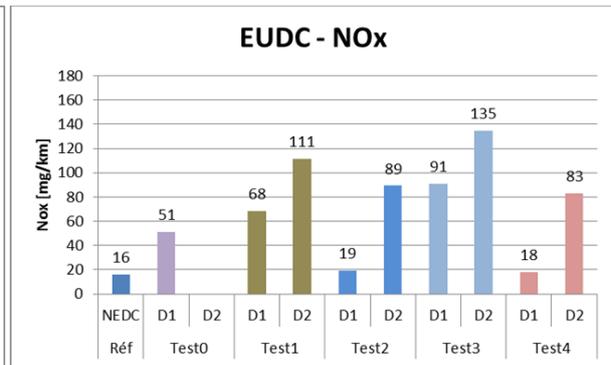
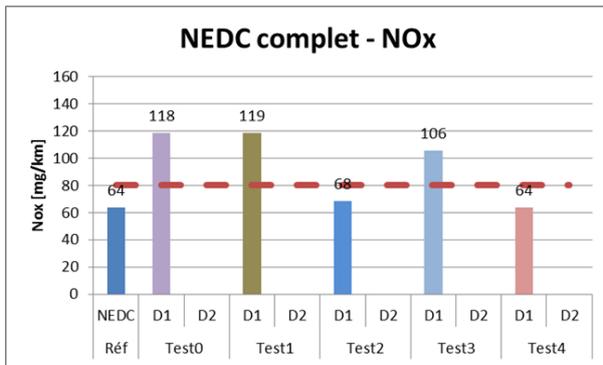
S350	Global			EUDC		
	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c
Déclaré	73.3	154.0		-	-	
Réf.	86.0	193.3	↗	43.2	142.4	↗
D1 froid	103.8	178.0	↗	61.9	142.3	↗
Ratio /réf :	121%	92%		143%	100%	
D2 chaud	-	-		89.5	130.6	→
Ratio /réf :				207%	92%	
D2 froid	-	-		34.4	151.1	↗
Ratio /réf :				80%	106%	

Les émissions de NOx sont **1.4** fois supérieure sur le cycle D1 par rapport au NEDC référence. Le niveau de 104mg/km est **1.2 fois supérieur à la norme €6**.

La consommation est quasi identique.

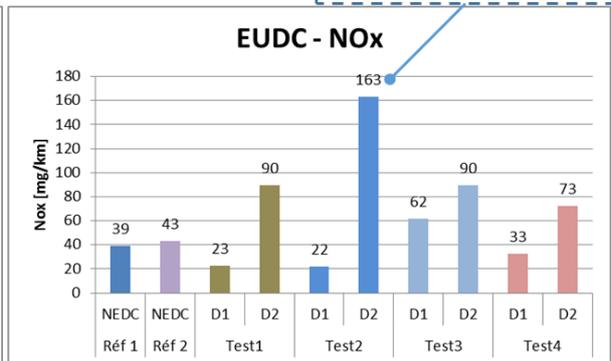
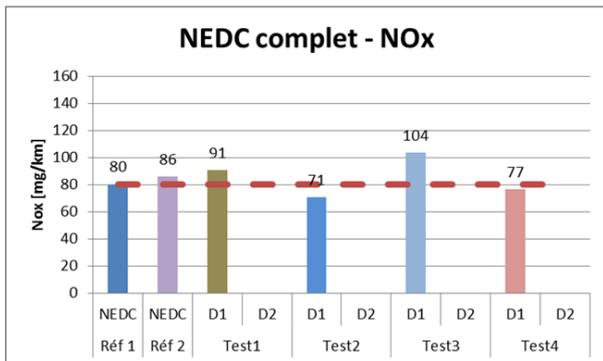
Constatations

Les campagnes d'essais menées en 2016 et 2017 ont montré une répétabilité des essais délicate (stratégies Stop&Start, BVA peu compatibles avec des essais banc à rouleaux).



Lors des tests préliminaires 2016, sur l'ensemble des tests D1 et D2 réalisés, deux catégories d'essais ont pu être distinguées : 3 tests avec une hausse des émissions de NOx (jusqu'à 1.8 fois supérieures au test de référence), et 2 tests avec des niveaux bas, conformes au test de référence. Des analyses complémentaires ont été demandées à l'IFPEN en raison des tests avec hausse des émissions.

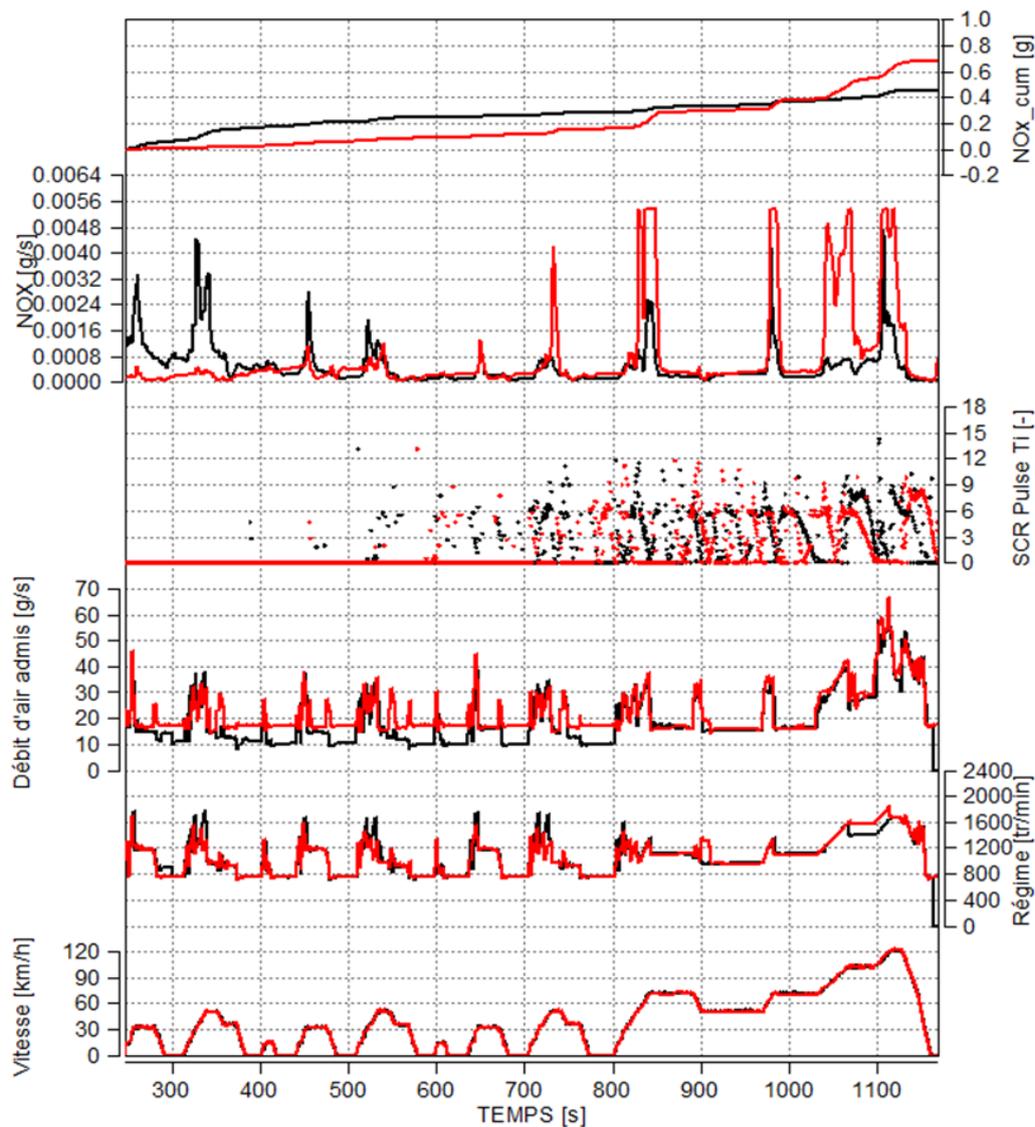
Test 2 D2 : régénération FAP



Les analyses complémentaires menées en 2017 ont été réalisées sur un véhicule qui n'est pas physiquement le même que celui testé lors des essais préliminaires. Sur les essais de référence réalisés, les émissions sont légèrement supérieures aux essais UTAC en étant égales ou légèrement supérieures à la norme € 6. Sur les essais D1 et D2 réalisés, on constate toujours une **variabilité des niveaux de NOx mesurés**, mais moindre que lors des essais UTAC. **Majoritairement, les niveaux sont conformes.**

Concernant les essais D1 réalisés, on observe des écarts ponctuels de gestion de la BVA entraînant des écarts ponctuels dans la gestion de la boucle d'air. En dehors de ces événements, la trajectoire des actionneurs de la boucle d'air est très proche. On observe une activation du post-traitement SCR que ce soit pour l'essai de référence ou l'essai D1 lors du 3^{ème} cycle urbain avec une grande efficacité. Ainsi, les écarts constatés entre NEDC de référence et D1 proviennent d'un léger manque de répétabilité des essais (BVA et Stop and Start), et non d'une stratégie de contrôle différenciée. **Aucun impact du pré-conditionnement n'est observé, les écarts provenant davantage de la répétabilité des essais que de l'historique du système.**

Sur les essais D2 réalisés, les émissions de NOx sont en hausse par rapport au D1 avec un ratio allant de 1,45 à 3,91 en fonction des tests. Toutefois, en absolu, ces émissions restent en deçà de 90 mg/km sur le cycle extra-urbain, soit un niveau relativement bas. Cette hausse provient d'un écart notable des réglages chaud / froid. En effet, sur le début du cycle D2 les émissions sont inférieures en profitant de l'efficacité du post-traitement déjà actif, et ce, malgré une dépollution à la source moindre au début du cycle. En revanche, l'efficacité de la SCR est moindre sur la partie extra-urbaine du D2 chaud pouvant provenir d'une éventuelle stratégie adaptative de consommation d'urée. Une telle stratégie pourrait entraîner une diminution de la consommation d'urée, et des remplissages moins fréquents du réservoir d'urée.



Comparaison des cycles **D1** et **D2** mettant en évidence des stratégies de pilotage EGR et SCR différentes.

Globalement, les niveaux d'émissions sont bas, et toujours proches des émissions du cycle de référence.

3.2.6 Opel Astra

Caractéristiques du véhicule



Marque :	OPEL	Modèle :	ASTRA	Année :	2015
Masse à vide :	1378 kg	Kilométrage :	7018 km	Norme :	€ 6
Moteur :	1.6L CDTI Euro 6				
	1598 cm3	4 cylindres	110 ch		
Boîte de vitesse :	Manuelle		6 rapports		
Suralimentation :	Turbo à géométrie variable				
Définition EGR :	EGR HP				
Post-traitement :	NOxTrap + Filtre à particules				
Autres :	-				

Synthèse des résultats

Astra	Global			EUDC		
	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c	NOX mg/km	CO2 g/km	Teau °c
Déclaré	44.4	93.0		-	-	
Réf.	37.4	114.3	58 ↗	45.3	96.3	73 ↗
D1 froid	69.1	114.3	59 ↗	80.8	96.8	74 ↗
Ratio /réf :	185%	100%		178%	101%	
D2 chaud	-	-		96.6	94.5	79 →
Ratio /réf :				213%	98%	
D2 froid	-	-		49.6	96.8	-
Ratio /réf :				109%	101%	

Les **émissions de NOx** sur les tests réalisés sont restées **basses** : on observe une faible augmentation des NOx sur le cycle D1 et D2 chaud par rapport au cycle référence, mais avec des niveaux proches de la norme €6.

Constatations

Les émissions de NOx sur les tests réalisés **ne dépassent pas les critères de la commission indépendante** et avec des niveaux inférieurs à la norme €6 sur les cycles complets ou très légèrement au-dessus pour les parties extra-urbaines des cycles chauds.

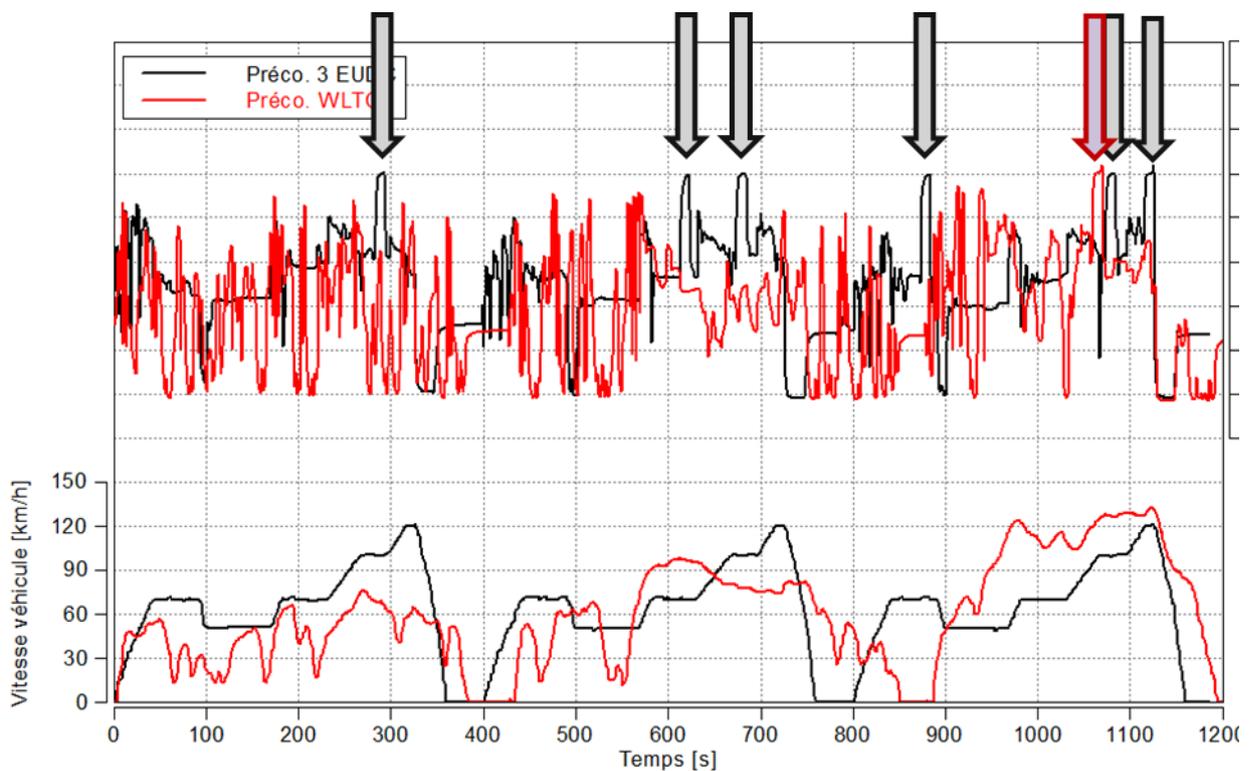
Le contrôle des actionneurs de la boucle d'air ne subit pas de modification sur les différents tests réalisés et la gestion de la dépollution (régénération du NOx trap) est très similaire sur les tests NEDC référence, D1, D2 et D2f.

Les émissions de CO2 restent proches pour un même parcours quel que soit le cycle.

Les niveaux d'émissions mesurés sur D1 notamment lors de la première phase d'essais sur 86 véhicules, et qui avaient conduit à mener ces analyses complémentaires, n'ont pas été retrouvés :

Astra Sacs		1ere phase UTAC		Essais analyse	
		NOX mg/km	CO2 g/km	NOX mg/km	CO2 g/km
Réf	Global	41.8	108.5	37.4	114.3
	EUDC	41.5	94.3	45.3	96.3
D1	Global	150.3	112.7	69.1	114.3
	EUDC	186.1	100.8	80.8	96.8
D2	EUDC	123.5	95.2	96.6	94.5
D2f	EUDC	-	-	49.6	96.8

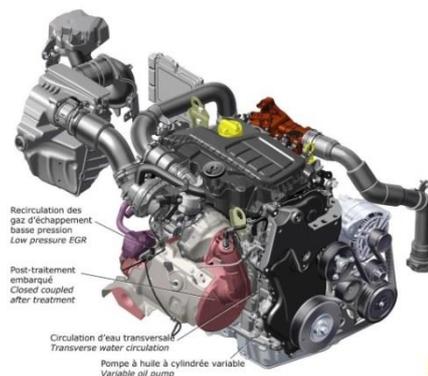
Comparaison des émissions de NOx entre essais préliminaire et analyse complémentaire



Comparaison sur des conditionnements **3EUDC** et **WLTC**, de la richesse qui permet d'identifier les phases des purges : 6 purges pour les 3EUDC et 1 purge pour le WLTC

3.2.7 Renault Captur

Caractéristiques du véhicule



Marque :	RENAULT	Modèle :	CAPTUR	Année :	2015
Masse à vide :		Kilométrage :	4300 km	Norme :	€ 6
Moteur :	K9K 1.5L				
	1461 cm ³	4 cylindres		110 ch	
Boîte de vitesse :	Manuelle		6 rapports		
Suralimentation :	Turbo à géométrie variable				
Définition EGR :	EGR HP et BP				
Post-traitement :	NOxTrap + Filtre à particules				
Autres :	-				

Synthèse des résultats

Captur	Global		EUDC	
	NOX mg/km	CO2 g/km	NOX mg/km	CO2 g/km
Déclaré	37.2	98.0	-	-
Réf.	69.5	109.3	49.9	101.5
D1 froid	183.6	114.0	204.6	104.1
Ratio /réf :	264%	104%	410%	103%
D2 chaud	-	-	130.8	99.6
Ratio /réf :			262%	98%

On observe une **hausse des émissions de NOx d'un facteur 4.1** sur le cycle D1.

Sur la partie extra-urbaine du cycle D2, les émissions de NOx sont toujours en hausse par rapport au cycle de référence d'un facteur **2.6**.

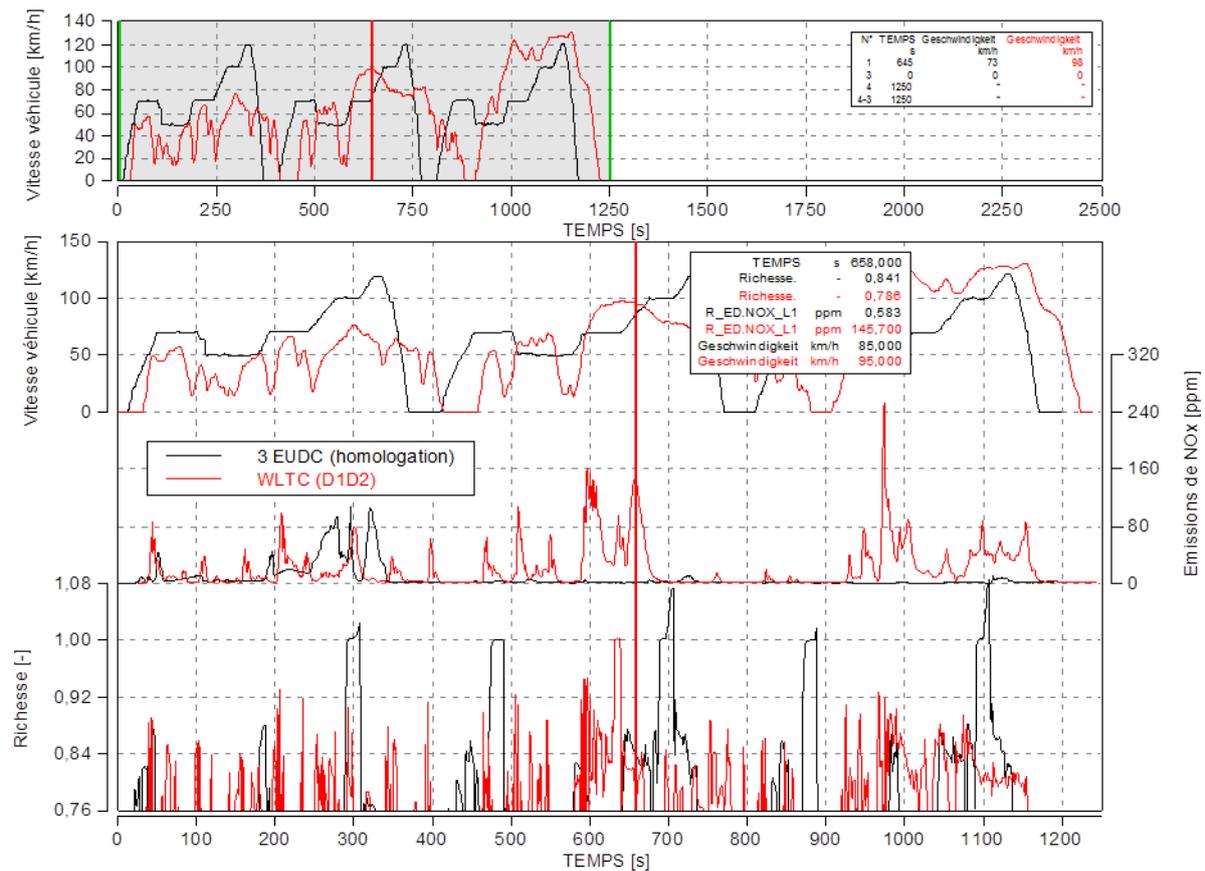
Constatations

Les NOx sont bien **réduits à la source par l'EGR de la même façon** sur les cycles homologation et D1 (les trajectoires des actionneurs moteur sont similaires). Les systèmes de dépollution (NOxTrap et FAP) fonctionnent et aucune régénération du FAP ni de DéSOx du NOxTrap n'ont été constatées sur ces essais.

La hausse des émissions de NOx du véhicule sur le D1 provient de la **gestion du fonctionnement du NOxTrap**. Dans la phase extra-urbaine du cycle où la production de NOx est plus forte en sortie moteur, l'efficacité du NOxTrap est essentielle pour passer la norme. En l'absence d'une purge supplémentaire plus tôt dans le cycle et avec un état de charge initial plus important du NOxTrap dans le cas du D1, la phase de purge (9s) sur le palier à 100 km/h n'est pas suffisante et provoque des émissions de NOx non converties.

L'état de charge initial du NOxTrap différent lié au pré-conditionnement en est la cause. Sur le pré-conditionnement de l'homologation, le nombre (5) et la durée (18s sur les 3 paliers à 100 km/h) des purges assurent un NOxTrap peu chargé avant le cycle d'homologation. Sur le pré-conditionnement WLTC, un manque de purge, en nombre (1) et en durée (9s), provoque un état de charge élevé du NOxTrap avant le cycle D1. La différence de gestion du NOxTrap est illustrée dans la figure ci-dessous.

Les réponses apportées par Renault sur l'origine des anomalies détectées ont été jugées incomplètes par certains membres de la commission.



Comparaison sur des conditionnements **3EUDC** et **WLTC**, de la richesse qui permet d'identifier les phases des purges : 5 purges de durée longues pour les 3EUDC et 1 purge incomplète pour le WLTC