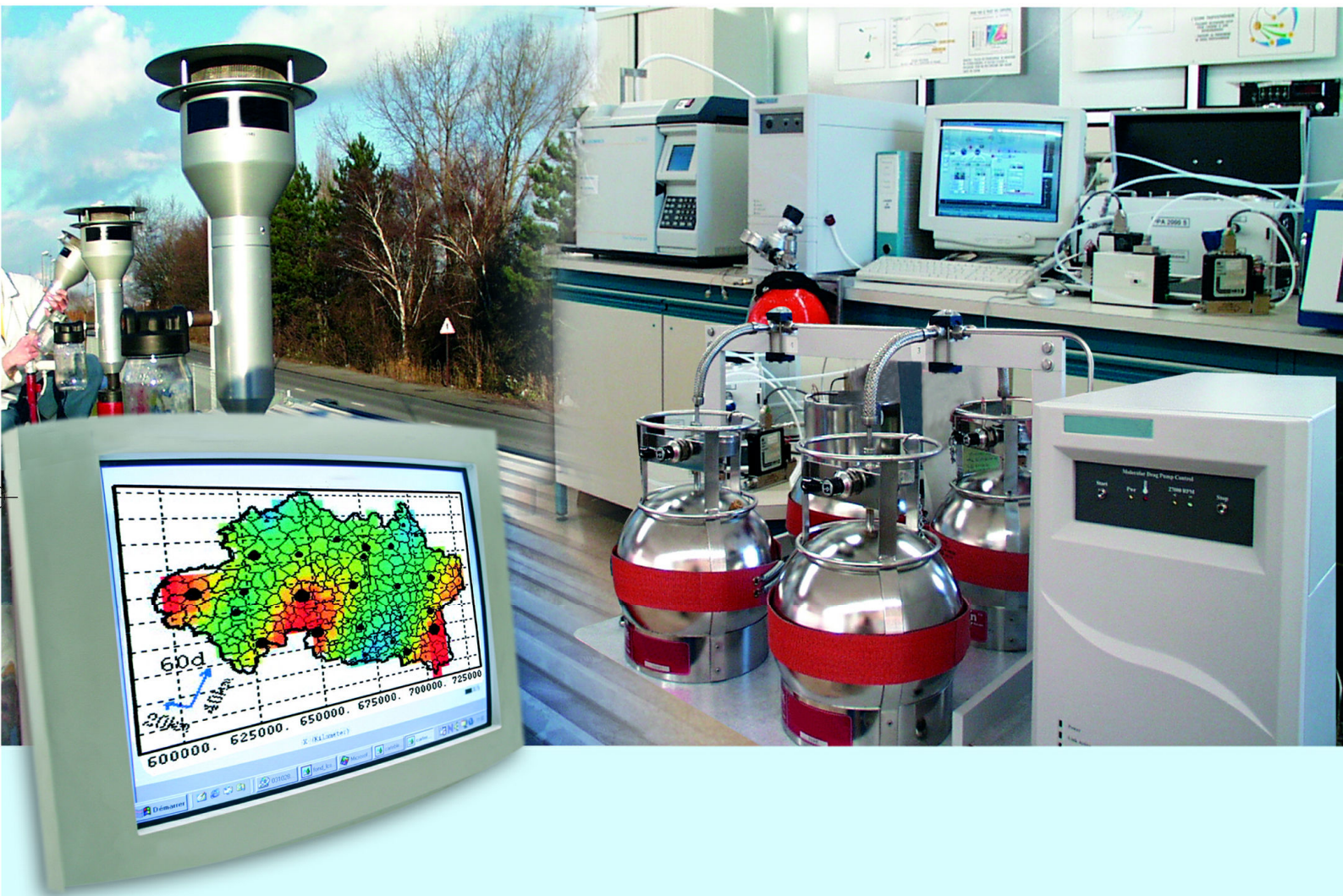




## Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



**Evaluation de la réponse des analyseurs de NO<sub>2</sub> en situation de proximité**

Décembre 2006  
*Version finale*  
Y. GODET





Ministère de l'Ecologie  
et du Développement Durable

## PREAMBULE

### **Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air**

**Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'Ecole des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement, sous la coordination technique de l'ADEME et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique supportés financièrement par la Direction des Préventions des Pollutions et des Risques du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique aux AASQA.**

**L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.**



Ministère de l'Ecologie  
et du Développement Durable

## Evaluation de la réponse des analyseurs de NO<sub>2</sub> en situation de proximité

Laboratoire Central de Surveillance  
de la Qualité de l'Air

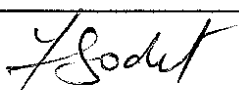
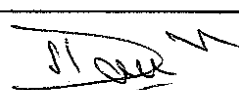
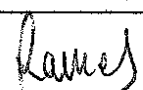
### Thème : Polluants réglementés – Appareils de mesure automatiques

Programme Financé par  
la Direction des Préventions des Pollutions et des Risques (DPPR)

Décembre 2006

Y. Godet - F. Marlière

Ce document comporte 24 pages (hors couverture et annexes)

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	Y.GODET F. MARLIERE	J POULLEAU	M.RAMEL
<b>Qualité</b>	Ingénieurs Unité Qualité de l'Air Direction des Risques Chroniques	Unité Qualité de l'Air Direction des Risques Chroniques	Responsable LCSQA/INERIS Direction des Risques Chroniques
<b>Visa</b>			



## TABLE DES MATIERES

<b>1. RESUMÉ.....</b>	<b>2</b>
<b>2. INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DÉFINITION DE LA PROBLÉMATIQUE.....</b>	<b>3</b>
3.1 Détermination du mesurage du NO <sub>2</sub> .....	3
3.2 Méthode mise en œuvre simulant un site de proximité .....	4
3.3 Fonctionnement des analyseurs par chimiluminescence .....	7
3.4 Liste des appareils sollicités.....	7
3.5 Acquisition numérique.....	8
3.6 Description du test .....	9
<b>4. RÉSULTAT DE L'EXERCICE RÉALISÉ À CREIL EN 2005.....</b>	<b>9</b>
4.1 Présentation des résultats globaux. ....	9
4.1.1 Présentation des résultats (créneaux de 45 sec).....	9
4.1.2 Présentation des résultats NO et NO <sub>2</sub> (créneaux de 41 sec.).....	12
4.2 Conclusion sur les résultats .....	13
4.2.1 Résultats des variations toutes les 45 secondes .....	13
4.2.2 Résultats avec des variations toutes les 41 secondes.....	14
4.2.3 Examen des moyennes QH avec des créneaux toutes les 45 secondes	15
4.2.4 Examen des QH avec des créneaux toutes les 41 secondes.....	15
<b>5. RÉSULTATS DES ESSAIS RÉALISÉS À TOULOUSE EN 2006.....</b>	<b>16</b>
5.1 Présentation des tests.....	16
5.2 Description du test effectué.....	16
5.3 Résultats en NO et en NO <sub>2</sub> .....	18
5.4 Résultats des variations toutes les 45 secondes.....	18
5.5 Examen des moyennes QH avec des créneaux toutes les 45 secondes ....	19
<b>6. SYNTHÈSE DES TRAVAUX EFFECTUÉS PAR L'AASQA «AIR DE L'AIN ET DES PAYS DE SAVOIE» (APS) .....</b>	<b>20</b>
6.1 Examen du premier rapport interne d'APS « Eté 2005 ».....	21
6.2 Examen du rapport interne d'APS «été- hiver 2005-2006 » .....	22
<b>7. CONCLUSION .....</b>	<b>23</b>
<b>8. LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>24</b>

## **1. RESUME**

La nouvelle norme européenne NF EN 14211 et la directive européenne 1990/30/CE du Conseil prévoient un certain nombre de dispositions sur l'utilisation des analyseurs par chimiluminescence et adoptent un certain nombre de dispositions lorsque des dépassements au niveau de la valeur limite horaire en NO<sub>2</sub> surviennent.

D'autre part ces appareils nécessitent une attention particulière quant à leur fonctionnement, leurs équipements et leurs configurations en site de proximité.

Dans ce sens, des essais ont été effectués par l'INERIS à la station Atmo Picardie de Creil « La faïencerie » et à l'ORAMIP à Toulouse. Par ailleurs nous avons examiné les résultats des campagnes effectuées par l'AASQA « Air de l'Ain et des Pays de Savoie » aux abords du tunnel du Mont Blanc qui avaient pour but de mesurer le NO<sub>2</sub> à l'abord du tunnel dans des conditions extrêmes puisque le flux dirigé vers le tunnel du Fréjus était interrompu.

Nous remercions l'équipe de nous avoir communiqué leurs rapports internes.

Concernant la typologie observée à l'entrée du tunnel du Mont Blanc, 10500 véhicules légers et poids lourds peuvent être dénombrés par jour, ce qui est considérable et ne correspond pas du tout à l'usage des analyseurs de NO<sub>2</sub> tel que mentionné dans la norme européenne NF EN 14211. En effet, dans ces conditions tous les appareils étudiés étaient défaillants.

Le test de moyennage pour l'approbation de type selon la norme NF EN 14211 est effectué avec des créneaux de 45 secondes, ce qui correspond à un trafic équivalent de 1000 véhicules par jour. Les essais effectués par l'INERIS ont été effectués dans ce sens dans le respect de la norme et seul l'appareil NO<sub>x</sub> 2000G n'a pas été conforme aux exigences de ces tests.

Les nombreuses comparaisons effectuées ont été très fructueuses puisque d'ores et déjà des solutions ont été trouvées lors des différentes campagnes effectuées sur les appareils de chez environnement SA et TEI/Mégatec. Il reste encore des investigations et améliorations à effectuer sur l'appareil API 200<sup>E</sup> qui surestime encore la concentration du NO<sub>2</sub>.

Lors de l'utilisation de ces appareils de NO<sub>2</sub> par chimiluminescence, en site de proximité intense, il y a lieu d'exiger du constructeur de se mettre dans la configuration suivante :

- Prise en compte des réponses calculées négatives en NO<sub>2</sub>
- Gamme de réponse supérieure ou égale à 20 ppm
- Utiliser l'Eprom pour le modèle AC32M au moins égale à la version : V2.45
- Utiliser la boucle de retard montée par le constructeur, si celle ci s'est révéree nécessaire lors des tests.

## **2. INTRODUCTION**

La directive européenne 1999/30/CE du conseil et la nouvelle norme européenne EN 14211 prévoient un certain nombre de dispositions sur l'utilisation des analyseurs par chimiluminescence en particulier lorsque des dépassements au niveau de la valeur limite horaire en NO<sub>2</sub> surviennent d'une part et les performances des analyseurs face aux essais de moyennage d'autre part.

Ainsi l'annexe n° 6 de la directive mentionne notamment :

*Emplacement des échantillonneurs mesurant la pollution due à la circulation:*

- *pour tous les polluants, les points de prélèvement doivent être distants d'au moins 25 m de la limite des grands carrefours et d'au moins 4 m du centre de la voie de circulation la plus proche,*
- *pour le dioxyde d'azote, les prises d'échantillonnage ne peuvent être placées à plus de 5 m de la bordure du trottoir.*

Des échanges ont eu lieu entre les constructeurs et l'INERIS, en 2004 et 2005 pour identifier les conditions de paramétrage optimum des instruments, et les évolutions techniques possibles de cette instrumentation qui s'étaient traduits par la prise en compte des valeurs négatives des concentrations de NO<sub>2</sub> et l'utilisation d'une nouvelle Eprom. (Réf.INERIS DRC-AIRE-0455263-Ygo n° 0908 du 18/11/04)

## **3. DEFINITION DE LA PROBLEMATIQUE**

### **3.1 DETERMINATION DU MESURAGE DU NO<sub>2</sub>**

Pour des raisons économiques et techniques, les constructeurs d'analyseurs de NO<sub>2</sub> par chimiluminescence ont abandonné les modèles avec doubles chambres, doubles et/ou simples détecteurs. Ces derniers étaient moins compétitifs et techniquement moins performants à cause des dérives différentes d'une chambre par rapport à l'autre ou d'un détecteur par rapport à l'autre.

C'est la raison pour laquelle les appareils actuellement commercialisés mesurent le NO<sub>2</sub> avec une même chambre et un même détecteur par commutations cycliques entre les canaux NO<sub>x</sub> et NO.

Il en résulte que les échantillons qui visent à la détermination du « NO<sub>x</sub> » et « NO » sont prélevés successivement à des intervalles de quelques secondes, et que les concentrations de « NO<sub>x</sub> » et de « NO » dans l'échantillon gazeux peuvent avoir évolué pendant ces intervalles. On observe alors tantôt une surestimation du NO<sub>2</sub>, tantôt une sous estimation du NO<sub>2</sub> avec apparition éventuelle de valeurs négatives du NO<sub>2</sub>.

Ce problème est bien connu des constructeurs et peut conduire à des écarts de réponses entre analyseurs de différents types lorsque les niveaux de concentration en « NO » et en « NO<sub>x</sub> » varient assez rapidement par rapport à la durée du cycle interne de l'appareil, c'est à dire en particulier sur « des sites de proximité » et surtout lorsque les valeurs négatives ne sont pas prises en compte.

(Réf.INERIS DRC-AIRE-0455263-Ygo n° 0908 du 18/11/04)

### 3.2 METHODE MISE EN ŒUVRE SIMULANT UN SITE DE PROXIMITE

En 2005, nous avons mis en œuvre le système de dopage utilisé habituellement pour les intercomparaisons, à la station de Creil « la faïencerie » rue St Cricq Cazeaux, classée site urbain de fond.

Cette station est utilisée pour les mesures classiques d'ozone, de NO/NO<sub>x</sub>, de SO<sub>2</sub>, PM 10 et PM 2.5, CH<sub>4</sub>, COVT, HCTNM.

Durant cette campagne réalisée du 12/09/2005 au 25/09/2005 nous avons pu disposer d'un grand nombre d'analyseurs de NO<sub>x</sub> par chimiluminescence avec un fonctionnement cyclique et leur avons fait subir durant une nuit des tests spéciaux en régimes transitoires.

Le système de dopage de l'INERIS a été utilisé pour simuler à volonté de l'air ambiant dopé en NO et NO<sub>2</sub>.

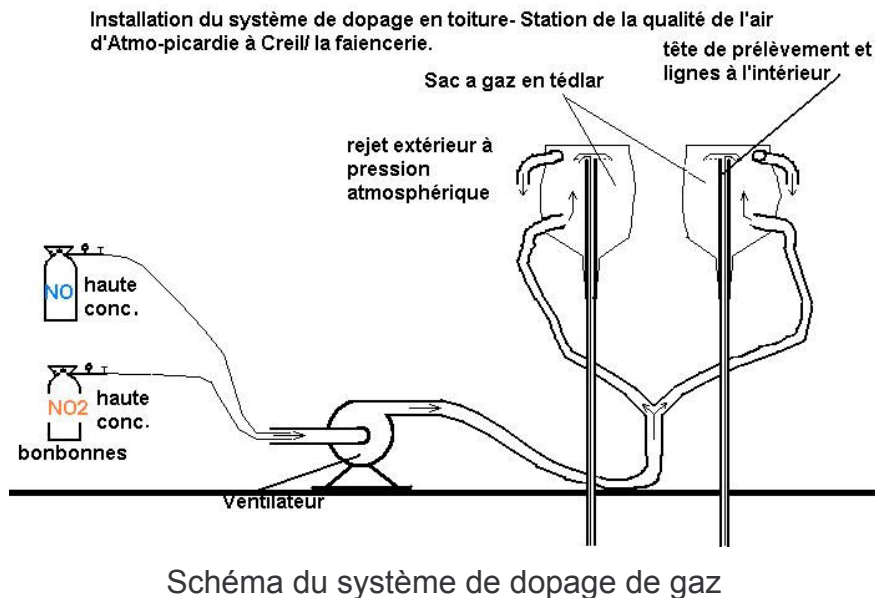






Photo des deux sacs à gaz enveloppant deux têtes de prélèvement « A » et « B »

A partir des bouteilles hautes concentrations, nous générons simultanément une **concentration constante de NO<sub>2</sub>** de 200 ppb et une **concentration variable de NO** selon des créneaux de concentrations successifs : 45 secondes à 0 ppb, 45 secondes à 500 ppb grâce à un système d'électrovannes. Ce cycle correspond à celui mis en œuvre pour calculer l'erreur de moyennage (test prévu par les normes européennes) et permet de simuler « un site de proximité » où nous observons souvent des variations rapides de NO avec des concentrations sensiblement constantes en NO<sub>2</sub>.



Analyseurs testés et interrogés par Modem GSM par la station d'acquisition ISEO-SAM

### 3.3 FONCTIONNEMENT DES ANALYSEURS PAR CHIMILUMINESCENCE

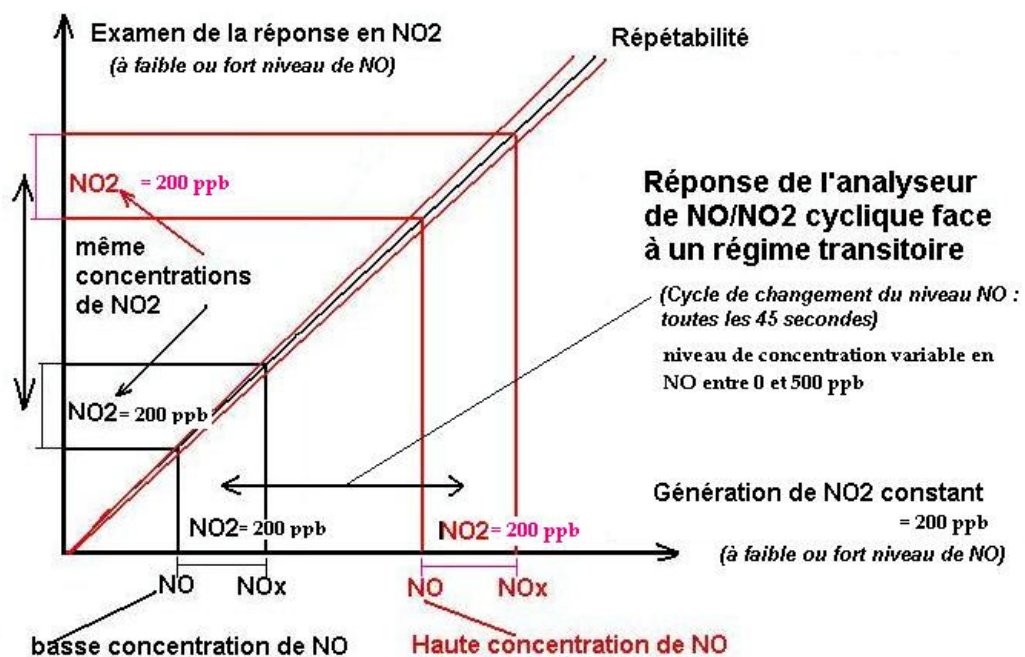
Le graphe ci dessous montre le fonctionnement des analyseurs lorsqu'ils sont alimentés pour **une même valeur de NO<sub>2</sub>** et différentes valeurs de NO/NO<sub>x</sub>.

Fonctionnement des appareils

en X l'alimentation en NO/NO<sub>2</sub>

en Y : les réponses observées en NO/NO<sub>2</sub>

Théoriquement, la réponse en NO<sub>2</sub> des analyseurs devrait être constante. C'est ce que nous allons vérifier.



### 3.4 LISTE DES APPAREILS SOLLICITES

Nous avons examiné le comportement des 11 appareils ci-dessous habituellement utilisés par les AASQA.

constructeur	modèle	N° de l'appareil	N° d'enregistrement	N° du sac à gaz et temps de résidence
TEI	42C	2500044- sn :55077302	PB1 AIR NORMAND	A 3.9 sec.
ENV. SA PB2	AC32M	NX-2N-051	PC1 ATMO NPdC	A 3.9 sec.
TEI PD1	42C	MCE-15311- n°8373	PD1 INERIS	A 4.0 sec.
TEI PE1	42C	AQ1/MM/05/45	PE1 ISSEP	A 4.0 sec.
ENV. SA PF1	AC31M	00/1365	PF1 Atmo Picardie	A 4.0 sec.
ENV. SA PA2	AC31M	2500003-sn :0967	PA2 AIR NORMAND	B 3.9 sec.
ENV. SA PB2	AC32M	N2-051	PB2 AIRPARIF	B 4.1 sec.
SERES PC2	2000 G	AN-106	PC2 ATMO NPdC	B 4.1 sec.
TEI PD2	42C	MCE15307 n° 42C-67053-356	PD2 INERIS	B 4.1 sec.
TEI PE2	42C	EQ1/MM/05/46	PE2 ISSEP	B 4.0 sec.
ENV. SA PF2	AC31M	98/0941	PF2 Atmo Picardie	B 4.2 sec.

Chaque appareil est alimenté en gaz à l'aide d'une ligne d'échantillonnage dont l'extrémité est placée à l'intérieur des sacs à gaz et conçue de façon à respecter un temps de séjour dans la ligne inférieur à 5 secondes.

### 3.5 ACQUISITION NUMERIQUE

L'acquisition numérique s'est faite par liaison numérique « RTC » à partir d'une station d'acquisition de marque ISEO modèle SAMEX n°/05/1353 et du poste central XR situé à Amiens.

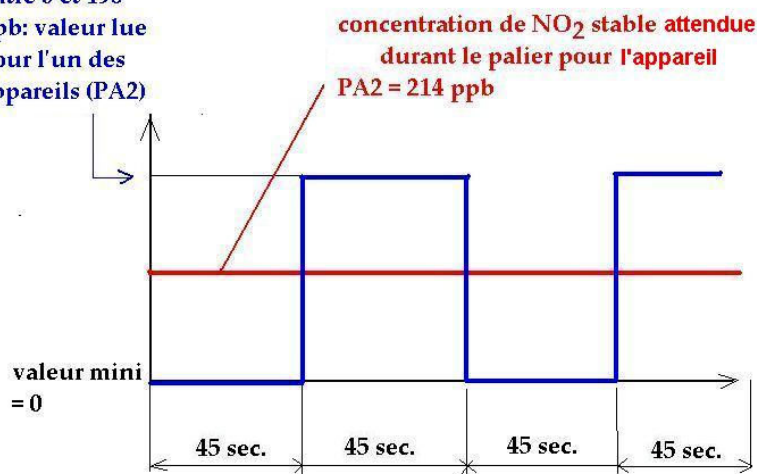
Les données «suivies 10 secondes» et Quart-Horaire ont été récupérées dans la station.

### 3.6 DESCRIPTION DU TEST

L'essai est effectué selon le test de moyennage imposé selon la norme NF EN 14211 considérée comme la méthode de référence de la mesure des oxydes d'azote dans l'air ambiant. Les créneaux de 45 secondes ont été respectés. Un deuxième essai a néanmoins été effectué à 41 secondes pour solliciter encore davantage les appareils.

Le schéma ci dessous illustre l'essai. Théoriquement la réponse des appareils en NO<sub>2</sub> devrait être constante. C'est ce que nous cherchons à vérifier.

La génération de NO oscille entre 0 et 496 ppb: valeur lue pour l'un des appareils (PA2)



**Représentation d'un cycle de mesure avec une concentration constante de NO<sub>2</sub> superposée à une concentration alternée de NO**

Les créneaux au zéro et en concentration respectent la norme NF EN 14211

## 4. RESULTAT DE L'EXERCICE REALISE A CREIL EN 2005

Parmi ces 11 appareils de mesure du NO/NO<sub>2</sub> par chimiluminescence, 10 ont fait l'objet de tests en régimes transitoires sur la station de Creil appartenant au réseau Atmo Picardie.

Onze instruments provenant des AASQA suivantes : Air Normand, Air Paris, Atmo NPdC, Atmo Picardie, ainsi que de l'ISSeP (réseau étranger belge), et Ineris ont été installés.

### 4.1 PRESENTATION DES RESULTATS GLOBAUX.

#### 4.1.1 PRESENTATION DES RESULTATS (CRENEAUX DE 45 SEC).

Le test consiste à produire un régime transitoire sur la concentration en NO avec un changement de concentration toutes les 45 secondes, la concentration de NO<sub>2</sub> restant constante.

130 cycles complets ont été effectués sur ce test correspondant à 1167 points d'acquisition (un point correspond à un intervalle de 10 secondes).

Les détails des observations sont présentés ci-dessous.

Le tableau ci-dessous synthétise ces observations.

Le NO est alimenté par un créneau de 45 secondes à la concentration d'essai, suivi d'un créneau à la concentration «zéro» et ainsi de suite. La réponse moyenne attendue est égale à la moitié de la concentration d'essai. Nous avons examiné le rapport de la réponse moyenne de NO par rapport à la  $\frac{1}{2}$  réponse de la réponse en NO en régime stabilisé. d

En ce qui concerne le NO<sub>2</sub> la concentration d'essai est stable. La réponse en NO<sub>2</sub> attendue devrait être stable. Nous avons examiné le rapport de la réponse en NO<sub>2</sub> en régime transitoire de NO par rapport à une période de régime stabilisé de NO.

Constructeur et n° numérique	modèle	$\frac{1}{2}$ Palier en régime stabilisé NO en ppb	Réponse moyenne du régime transitoire NO en ppb	Rapport NO moy / $\frac{1}{2}$ NO en régime stabilisé	Réponse observée durant le palier en NO <sub>2</sub> (ppb)	Réponse moyenne observée sous régime transitoire en NO en ppb de NO <sub>2</sub>	Rapport NO <sub>2</sub> transitoire / NO <sub>2</sub> palier
TEI	42C	Problème d'instrument			Problème d'instrument		
ENV. SA PB2	AC32M		Résultat non fourni	Résultat non fourni	195	174	0.892
TEI PD1	42C	521/2= 260.5	248	0.952	234	214	0.914
TEI PE1	42C	524/2= 262	247	0.943	236	217	0.919
ENV. SA PF1	AC31M	542/2= 271	257	0.948	242	214	0.884
ENV. SA PA2	AC31M	496/2 248	237	0.956	238	205	0.861
ENV. SA PB2	AC32M	413/2= 206.5	201	0.973	195	174	0.892
SERES PC2	2000 G	518/2= 259	247	0.954	247	211	0.963
TEI PD2	42C	488/2= 244	230	0.943	219	196	0.895
TEI PE2	42C	514/2= 257	242	0.942	228	208	0.912
ENV. SA PF2	AC31M	523/2= 261.5	250	0.956	210	195	0.928

Les résultats des réponses en NO<sub>2</sub> montrent des résultats instantanés du profil très oscillants (cf. graphiques ci-dessous), loin d'être le reflet de la concentration constante générée égale à 200 ppb.

Tous les appareils ne donnent pas la même réponse en NO. Cela provient de plusieurs facteurs tels que : dérive après une semaine de fonctionnement sans intervention, biais éventuel du gaz étalon du participant ou autres dysfonctionnements tels que entrée d'air mise en évidence par la technique de dopage, mauvais matériaux, etc... :

Néanmoins, la moyenne observée de tous les appareils se situe autour de 200 ppb.

Les rapports calculés dans le tableau ci-dessus : réponse moyenne en NO<sub>2</sub>/palier NO<sub>2</sub> sont assez homogènes et proche de 1.

Ce rapport est le résultat d'un calcul différentiel entre la réponse moyenne de l'appareil en régime cyclique et la 1/2 moyenne en régime stable. Il n'est donc pas affecté par le défaut d'ajustage éventuel.

**Nous constatons que pour des cycles de 45 secondes les rapports calculés en NO sont tous très proches les uns par rapport aux autres.**

#### 4.1.2 PRESENTATION DES RESULTATS NO ET NO<sub>2</sub> (CRENEAUX DE 41 SEC.)

Les essais ont été réalisés dans les mêmes conditions que ceux décrits dans le chapitre 4.1.12

Le détail des observations est présenté sur les graphiques et leur synthèse ci-après.

Constructeur et n° SAMEX	modèle	N° de l'appareil	½ Palier en régime stabilisé NO en ppb	Réponse moyenne du régime transitoire NO en ppb	Rapport NO moy / 1/2 NO en régime stabilisé	Réponse observée durant le palier en NO <sub>2</sub> en ppb de NO <sub>2</sub>	Réponse moyenne observée sous régime transitoire en NO en ppb de NO <sub>2</sub>	Rapport NO <sub>2</sub> transitoire / NO <sub>2</sub> palier
TEI	42C	2500044-sn :55077302	Problème d'instrument					
ENV. SA PB2	AC32M	NX-2N-051	413/2= 206.5	204	0.998	195	181	0.928
TEI PD1	42C	MCE-15311-n°8373	521/2= 260.5	251	0.963	234	223	0.956
TEI PE1	42C	AQ1/MM/05/4 5	524/2= 262	251	0.958	236	226	0.958
ENV. SA PF1	AC31M	00/1365	542/2= 271	261	0.963	242	224	0.927
ENV. SA PA2	AC31M	2500003-sn :0967	496/2 248	242	0.956	238	214	0.899
ENV. SA PB2	AC32M	N2-051	413/2= 206.5	204	0.976	195	181	0.928
SERES PC2	2000 G	AN-106	518/2= 259	245	0.946	247	229	0.927
TEI PD2	42C	MCE15307 n° 42C-67053- 356	488/2= 244	234	0.959	219	203	0.927
TEI PE2	42C	EQ1/MM/05/4 6	514/2= 257	248	0.965	228	216	0.947
ENV. SA PF2	AC31M	98/0941	523/2= 261.5	256	0.979	210	201	0.957

Nous constatons que pour avec des cycles de 41 secondes les rapports calculés en NO sont tous très proches les uns des autres.



## 4.2 CONCLUSION SUR LES RESULTATS

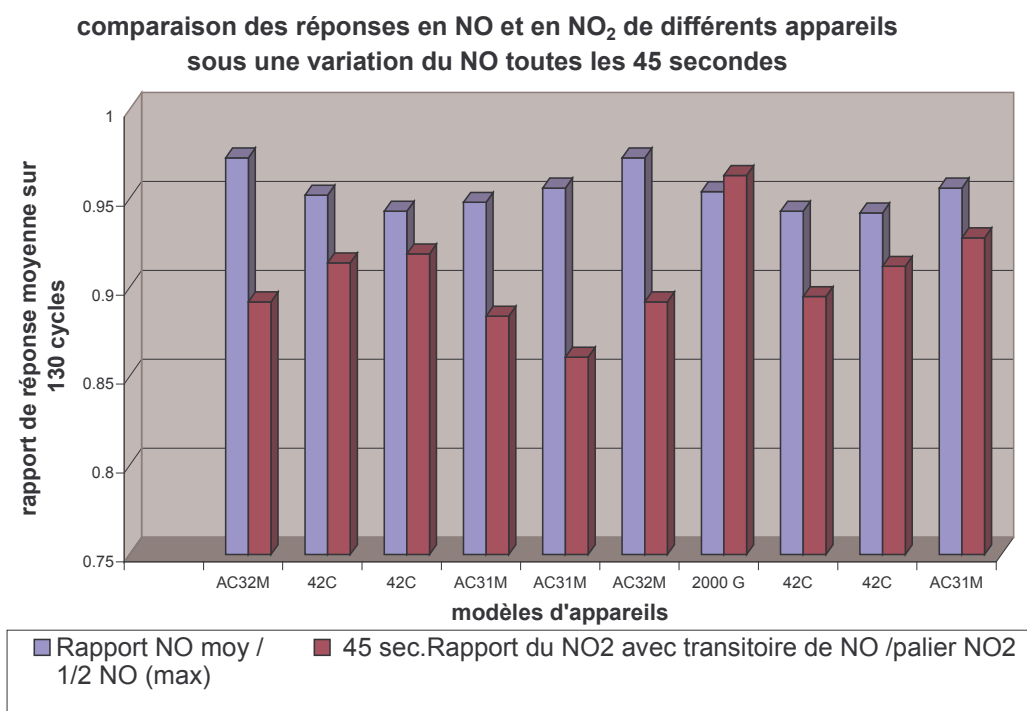
En annexe 2, une présentation globale permet d'illustrer la réponse de l'ensemble des appareils soumis aux mêmes tests comparatifs.

En annexe 3, la présentation individuelle permet de visualiser le comportement reconnaissable aux différents modèles d'instruments.

**Pour ces deux tests, les rapports de réponses en NO<sub>2</sub> en moyenne sur 189 cycles, sont tous voisins de 1. Aucun appareil ne se distingue de manière sensible.**

### 4.2.1 RESULTATS DES VARIATIONS TOUTES LES 45 SECONDES

130 cycles ont été examinés sur la base des suivis 10 secondes pour le calcul du rapport des réponses

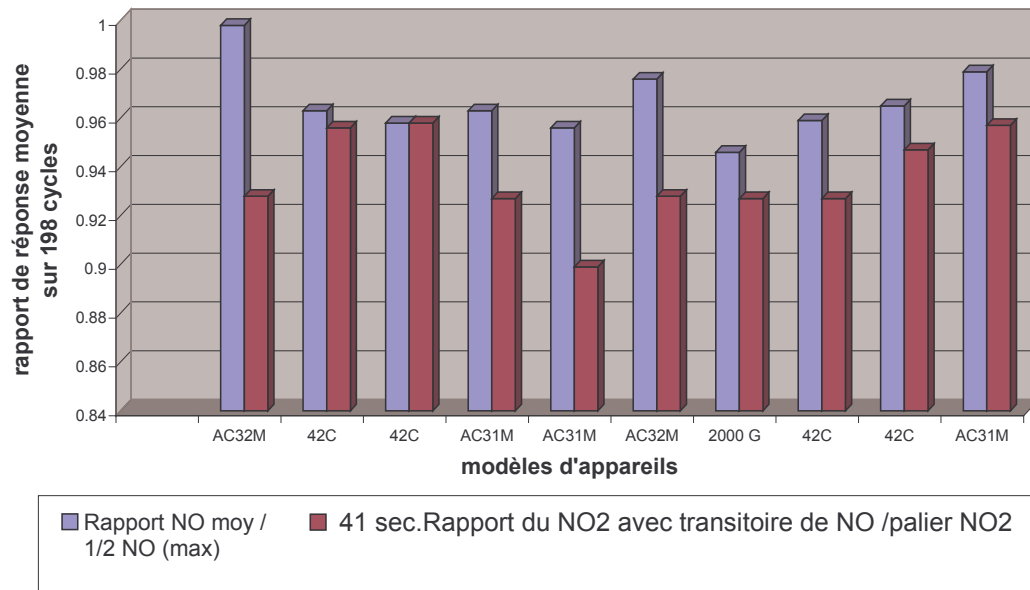


Les écarts de mesure avec le NO sont assez faibles pour l'ensemble des appareils. Les écarts de mesure en NO<sub>2</sub> sont plus importants que pour le NO. Les meilleurs résultats en NO<sub>2</sub> sont obtenus avec l'appareil SERES.

Nous constatons des écarts de réponse importants en NO<sub>2</sub> sur les appareils AC31M et AC32M, avec des créneaux toutes les 45 secondes.

## 4.2.2 RESULTATS AVEC DES VARIATIONS TOUTES LES 41 SECONDES

comparaison des réponses en NO et en NO<sub>2</sub> de différents appareils sous une variation du NO toutes les 41 secondes



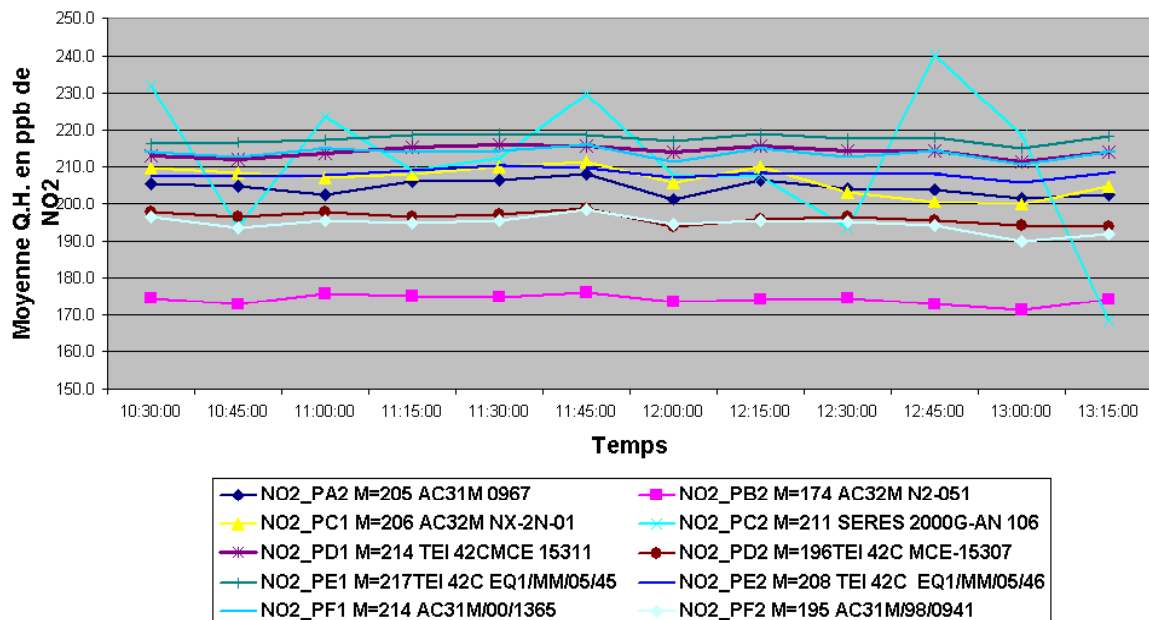
Les écarts de mesure pour le NO sont faibles et semblent moins importants pour les appareils Environnement SA

Pour le NO<sub>2</sub> les écarts les plus importants sont obtenus avec l'AC31M, l'AC32M. et le NO<sub>x</sub>2000G.

Les écarts restent toutefois assez modérés.

### 4.2.3 EXAMEN DES MOYENNES QH AVEC DES CRENEAUX TOUTES LES 45 SECONDES

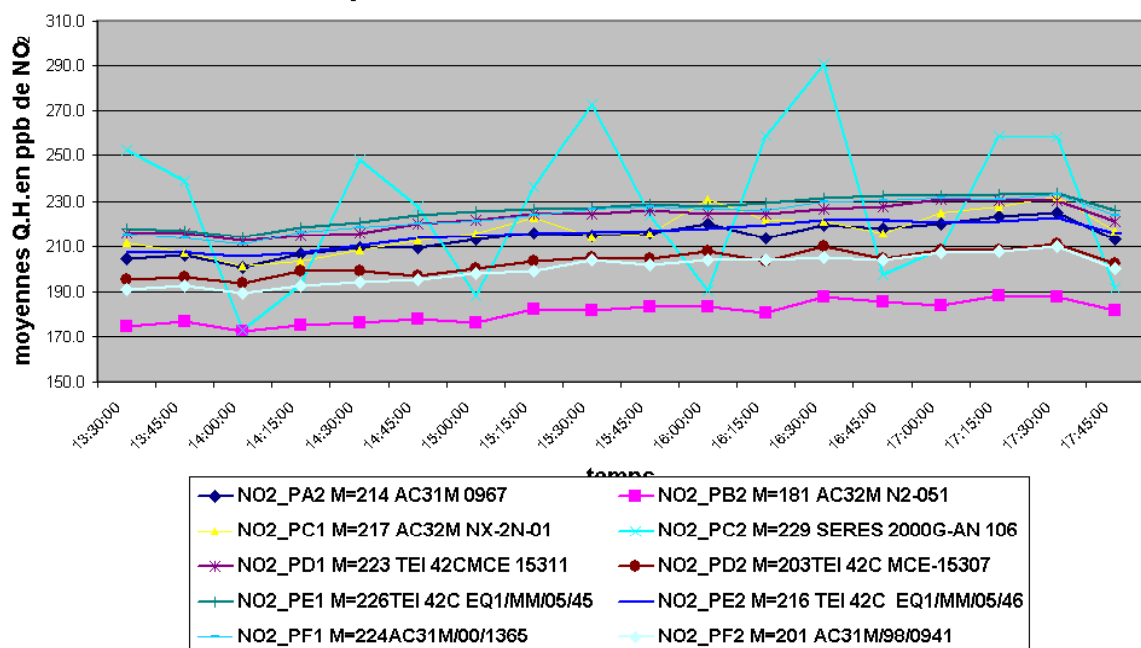
Examen des moyennes QH avec des créneaux toutes les 45 sec.



Avec des créneaux toutes les 45 secondes, seul l'appareil NO<sub>x</sub> 2000G SERES présente des mesures Q-H perturbées. Les autres appareils présentent des moyennes Q-H au profil linéaire

### 4.2.4 EXAMEN DES QH AVEC DES CRENEAUX TOUTES LES 41 SECONDES

Examen des moyennes QH avec des créneaux toutes les 41 sec



**Avec des créneaux tous les 41 secondes, seul l'appareil NO<sub>x</sub> 2000G SERES présente des résultats en dents de scie assez prononcé. Les autres appareils présentent un profil de moyenne Q-H linéaire.**

## **5. RESULTATS DES ESSAIS REALISES A TOULOUSE EN 2006**

### **5.1 PRESENTATION DES TESTS**

Un deuxième test identique a été mené sur le site de l'ORAMIP, à l'occasion de l'exercice de comparaison de 8 moyens mobiles équipés d'instruments de mesures, dont des analyseurs d'oxydes d'azote..

Il consistait à produire des régimes transitoires en NO avec des créneaux de changement de concentration toutes les 45 secondes. La concentration de NO<sub>2</sub> n'a pas été très stable en raison de la réaction NO avec l'ozone troposphérique pour donner du NO<sub>2</sub> additionnel.

NO<sub>2</sub> seul = 90 ppb

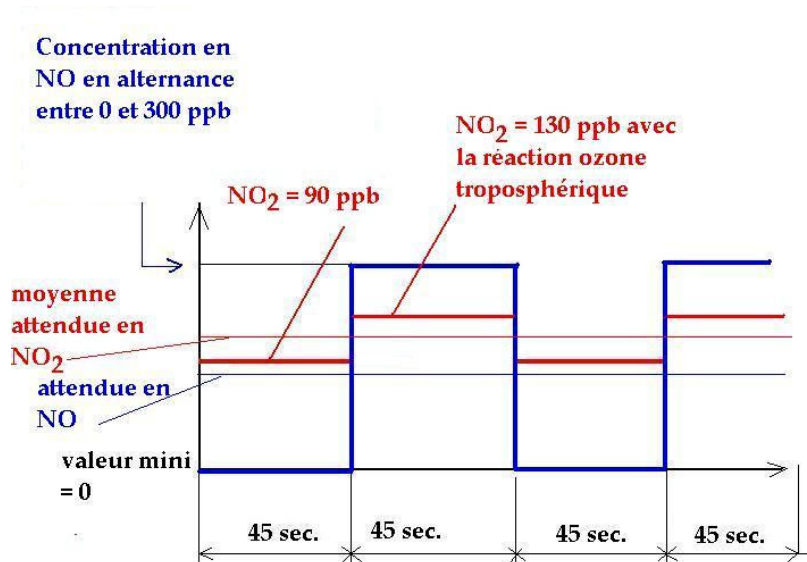
NO<sub>2</sub> seul plus NO<sub>2</sub> provenant de la réaction de l'ozone troposphérique = 130 ppb.

89 cycles complets ont été effectués lors de ce test ce qui correspondant à 803 points d'acquisition.

### **5.2 DESCRIPTION DU TEST EFFECTUE**

Le test consiste à produire un régime transitoire avec la concentration en NO grâce à un changement de concentration effectué toutes les 45 secondes selon la norme NF EN.14211. La concentration de NO<sub>2</sub> générée était de 90 ppb (stable en l'absence du NO). Lors des essais, l'ozone troposphérique a réagi en partie avec le NO pour donner du NO<sub>2</sub> additionnel. Le NO<sub>2</sub> a alors oscillé entre 90 et 130 ppb toutes les 45 secondes.

Voir schéma ci après.



**Représentation d'un cycle de mesure avec une concentration constante de NO<sub>2</sub> superposée à une concentration alternée de NO**

Les créneaux au zéro et en concentration respectent la norme NF EN 14211

### 5.3 RESULTATS EN NO ET EN NO<sub>2</sub>

Une présentation détaillée par appareil des résultats est donnée en annexe n° 4

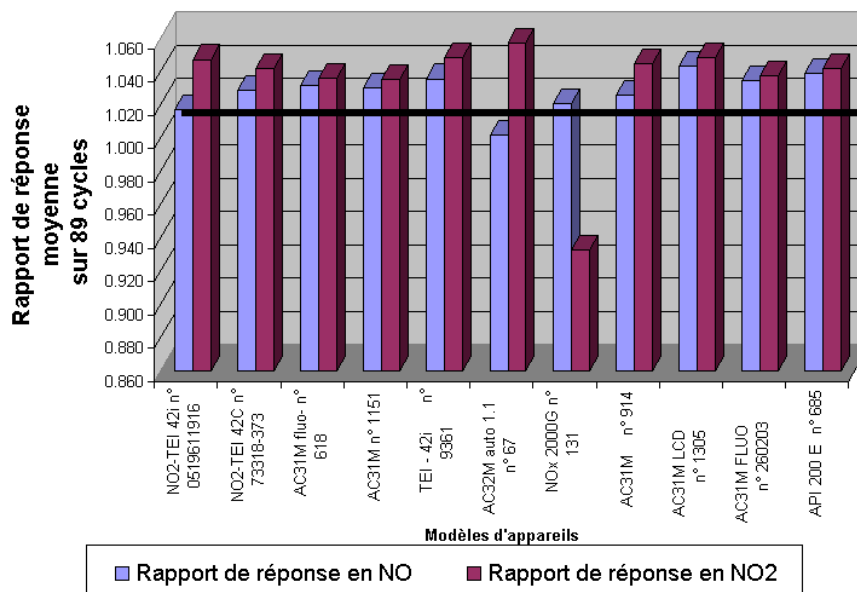
Constructeur modèle	½ Palier en régime stabilisé	Réponse moyenne du régime transitoire	Rapport NO moy / 1/2 NO en régime stabilisé	½ Palier en régime stabilisé	Réponse moyenne du régime transitoire	Rapport NO <sub>2</sub> moy / 1/2 NO <sub>2</sub> en régime stabilisé
	NO en ppb	NO en ppb		NO <sub>2</sub> en ppb	NO <sub>2</sub> en ppb	
NO <sub>2</sub> -TEI 42i	161.9	164.5	1.016	115.0	120.4	1.047
NO <sub>2</sub> -TEI 42C	153.5	157.8	1.028	112.4	117.1	1.041
AC31M fluo-	154.9	159.7	1.031	112.0	115.9	1.035
AC31M	163.4	168.3	1.030	108.2	112.0	1.035
TEI - 42i	158.4	163.9	1.035	106.4	11.5	1.048
AC32M auto 1.1	153.8	154.0	1.001	108.5	114.7	1.057
NO <sub>x</sub> 2000G	163.1	166.4	1.020	125.3	116.8	0.932
AC31M	146.8	150.5	1.025	109.9	114.8	1.044
AC31M LCD	154.6	161.2	1.043	122.6	128.5	1.048
AC31M FLUO	157.2	162.5	1.034	114.2	118.4	1.037
API 200 E	167.7	174.2	1.039	112.3	116.9	1.041

Les rapports calculés sont supérieurs à 1 probablement en raison de l'effet de réaction du NO avec l'ozone troposphérique ce qui ajoute une concentration de NO<sub>2</sub> non maîtrisée et seulement en présence de NO

De plus la transformation de NO en NO<sub>2</sub> en présence d'ozone est une loi exponentielle décrite dans la norme ISO 13964 qui tend à diminuer en valeur relative lorsque la concentration en ozone diminue, voire, tombe à zéro quand tout l'ozone a réagi.

### 5.4 RESULTATS DES VARIATIONS TOUTES LES 45 SECONDES

**Comparaison des réponses en NO et en NO<sub>2</sub> de différents appareils selon une variation du NO toutes les 45 secondes**

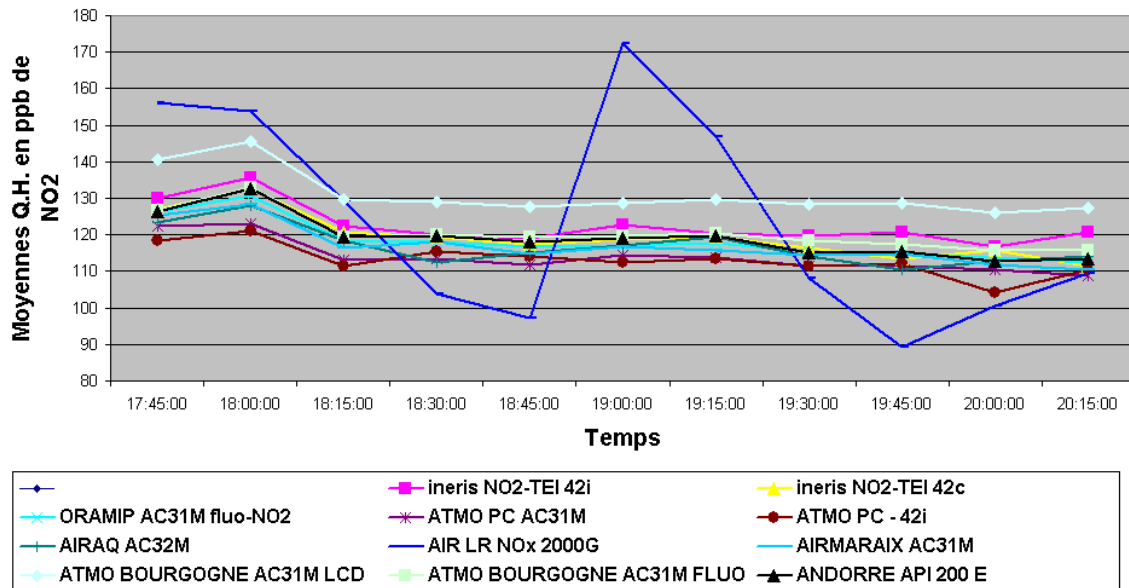


Ce graphe comparatif montre un comportement satisfaisant des appareils hormis l'appareil NO<sub>x</sub> 2000G. En annexe 3 et 4 on voit que les valeurs instantanées en NO<sub>2</sub> reste bloquées à la valeur précédente la plupart de temps. La moyenne du NO<sub>2</sub> du NO<sub>x</sub> 2000G est donc biaisée.

En ce qui concerne tous les autres appareils, rien ne permet de mettre en évidence un quelconque dysfonctionnement sur ce test.

### 5.5 EXAMEN DES MOYENNES QH AVEC DES CRENEAUX TOUTES LES 45 SECONDES

**Examen des moyennes Q.H. avec des créneaux toutes les 45 sec.  
l'ORAMIP**



Seul l'appareil NO<sub>x</sub> 2000G SERES présente des valeurs erronées en Quart-heures

## **6. SYNTHÈSE DES TRAVAUX EFFECTUES PAR L'AASQA «AIR DE L'AIN ET DES PAYS DE SAVOIE» (APS)**

Deux rapports ont été édités par l'AASQA « Air de l'Ain et des Pays de Savoie » concernant le comportement des analyseurs d'oxyde d'azote sur un site trafic d'altitude durant deux périodes :

- Été 2005
- Hiver 2005-2006

Nous remercions l'équipe de l'AASQA « Air de l'Ain et des Pays de Savoie » de nous avoir communiqué leurs rapports internes.

Ces nombreux essais ont été effectués sur le tunnel du Mont Blanc pendant une période de fort trafic suite à la fermeture du tunnel du Fréjus.

Une station de mesure de la qualité de l'Air avait été installée sur la rampe d'accès proche du tunnel.

Le 4 juin 2005, le nombre de poids lourds atteignit 4500 véhicules/jour auxquels s'ajoutaient 6000 véhicules légers, soit au total 10500 véhicules jour en moyenne journalière.

Ce flux très important correspondait à un passage de véhicule toutes les 9 secondes en moyenne. Cette configuration est beaucoup plus sévère que celle décrite dans la norme NF EN 14211 dont la variation de référence est de 45



secondes, soit un un passage équivalent toutes les 90 secondes, ce équivaut à un flux en véhicules/jour dix fois moins élevé.

Ces nombreux tests, durant cette période de fort trafic, ont permis de mettre à l'épreuve des appareils normalement utilisés pour la mesure de la qualité de l'Air dans le cas d'une utilisation en site de proximité intense.

Les résultats sont intéressants et ont permis de trouver des solutions notamment dans la configuration et options des instruments.

## **6.1 EXAMEN DU PREMIER RAPPORT INTERNE D'APS « ETE 2005 »**

La qualité de l'air a été étudiée à l'aide des appareils suivants :

- trois appareils modèles AC31M double chambre Environnement SA gamme « Fluo » n° 517, gamme « LCD » n°733 et 990
- TEI modèle 42C mono chambre cyclique ou mode NO
- API modèle 200<sup>E</sup> mono chambre cyclique
- modèle AC32M mono chambre cyclique

Des échanges ont eu lieu entre les constructeurs Environnement SA et Mégatec et l'AASQA « Air de l'Ain et des Pays de Savoie » pour tenter de trouver des solutions pour la mesure en site de proximité intense. Ces échanges sont très récents par rapport à l'ancienneté du parc d'analyseurs utilisés par les AASQA.

En conséquence un nombre important d'instruments utilisés dont ceux des campagnes LCSQA/INERIS de Creil et de Toulouse n'étaient pas équipés de ces options. (cf. chap. 4 et 5)

Les résultats de ces essais ont montré que pour ces appareils il est nécessaire d'utiliser au minimum les configurations et équipements suivants :

- Configuration de gamme 0-20 ppm sur l'AC 31M pour éviter de saturer les convertisseurs numériques ou photomultiplicateur
- Nouvelle Eprom sur l'AC32M permettant d'intégrer les valeurs négatives.
- Boucle de retard sur TEI 42C permettant le calcul du NO<sub>2</sub> à partir de concentrations mesurées en NO<sub>x</sub> et en NO correspondant au même échantillon, et permettant d'obtenir par conséquent des valeurs instantanées de NO<sub>2</sub> proches de la concentration réelle.

Le détail des essais est rapporté en annexe n° 5

## 6.2 EXAMEN DU RAPPORT INTERNE D'APS «ETE- HIVER 2005-2006 »

Ce deuxième rapport a été une prolongation des essais « été 2005 » afin de confirmer les premiers résultats et de continuer de tester d'autres configurations telles que :

- Comparaison de deux TEI 42C en mode unique (l'un en mode NO et l'autre en mode NO<sub>x</sub>)
- Comparaison de deux AC32M en mode unique (l'un en mode NO et l'autre en mode NO<sub>x</sub>)
- Poursuite des essais avec l'appareil API<sup>E</sup> sur le site de trafic
- Poursuite des essais avec le modèle 42C équipé d'une boucle de retard

Après réflexion, la mise en parallèle de deux appareils, l'un en mode NO et l'autre en mode NO<sub>x</sub>, pour la mesure de NO<sub>2</sub> a été abandonnée car cette configuration nécessite des moyens techniques trop lourds et ne pourra pas être une solution pérenne.

La société Environnement SA, consciente des difficultés rencontrées, a mis à disposition d'APS un appareil équipé d'une nouvelle EPROM.

Les homologues italiens du Val d'Aoste ont mis à disposition d'APS l'appareil API 200<sup>E</sup>.

L'AASQA « ORA » de la réunion a eu l'amabilité de mettre à disposition un appareil 42C équipé d'une boucle de retard pour les essais.

Des essais ont été effectués aux "Bossons", le long de la RN 205 où le régime transitoire y est moins intense. Le tronçon routier est en deux fois deux voies et la station est située à 4 mètres de la chaussée.

Une description détaillée des résultats est fournie en annexe n° 6

Il en ressort des points particuliers nécessaires à un meilleur fonctionnement pour chaque modèle :

- Configurations sur l'AC31M telles que gamme (0-20 ppm) et configuration des valeurs négatives. (Activer dans le menu SAV l'option intégration des valeurs négatives)
- Eprom spéciales sur l'AC32M : v2.45 et en configurant l'appareil pour comptabiliser les valeurs négatives.
- Boucles de retard sur le modèle TEI 42C n'avaient pas été ni configurées ni installées.
- En ce qui concerne l'appareil API 200<sup>E</sup>, des tests supplémentaires étaient encore nécessaires pour valider l'appareil.

## **7. CONCLUSION**

La nouvelle norme européenne NF EN 14211 et la directive européenne 1990/30/CE du Conseil prévoient un certain nombre de dispositions sur l'utilisation des analyseurs par chimiluminescence et adoptent un certain nombre de dispositions lorsque des dépassements surviennent au niveau de la valeur limite horaire en NO<sub>2</sub>.

D'autre part ces appareils nécessitent une attention particulière quant à leur fonctionnement, leurs équipements et leurs configurations en site de proximité.

Dans ce sens, des essais ont été effectués par l'INERIS à la station Atmo Picardie de Creil « La faïencerie », à ORAMIP à Toulouse lors d'exercices d'intercomparaisons. Enfin les résultats des campagnes effectués par l'AASQA : « Air de l'Ain et des Pays de Savoie » aux abords du tunnel du Mont Blanc ont été étudiés.

Concernant la typologie observée à l'entrée du tunnel du Mont Blanc, le nombre de véhicules légers et poids lourds peut atteindre 10500 véhicules par jour, ce qui est considérable et ne correspond pas du tout à l'usage mentionné des analyseurs de NO<sub>2</sub> selon la norme européenne NF EN 14211. En effet, dans ces conditions tous les appareils étudiés étaient défaillants.

Le test de moyennage pour l'approbation de type selon la norme NF EN 14211 est effectué avec des créneaux de 45 secondes ce qui correspond à un trafic équivalent de 1000 véhicules par jour. Les essais effectués par l'INERIS ont été effectués dans le respect de la norme. Dans ces conditions seul l'appareil NO<sub>x</sub> 2000G n'a pas répondu normalement aux tests normalisés.

Les nombreuses comparaisons effectuées par l'AASQA : « Air de l'Ain et des Pays de Savoie » sont très prometteuses puisque d'ores et déjà des solutions ont été trouvées lors des différentes campagnes effectuées sur les appareils Environnement SA et TEI/Mégatec.

Il reste encore des investigations et améliorations à effectuer sur l'appareil API 200<sup>E</sup> qui surestime la mesure du NO<sub>2</sub>.

Lors de l'utilisation de ces appareils en site de proximité intense, il y aura lieu d'exiger les configurations suivantes :

- Configuration obligatoire des valeurs négatives des réponses calculées en NO<sub>2</sub>,
- Configuration de la gamme de réponse jusqu'au moins 20 ppm,
- Utiliser l'Eprom pour le modèle AC32M au moins égale à la version : V2.45,
- Utiliser si possible une boucle de retard montée par le constructeur.

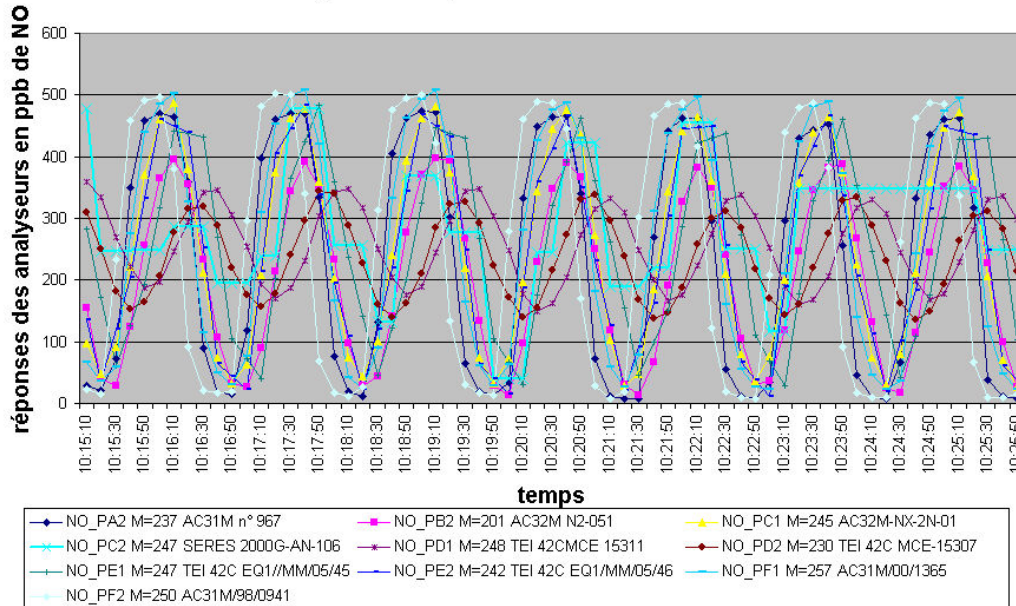
**8. LISTE DES ANNEXES**

<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>	<b>Nombre de pages</b>
Annexe 1	<b>Annexe n° 1 - Résultat global en NO pour une sollicitation de la concentration toutes les 41 et 45 secondes. Tests effectués à Creil.</b>	1
Annexe 2	<b>Annexe n° 2 –Résultat global en NO<sub>2</sub> pour une sollicitation du NO toutes les 41 et 45 sec. Tests effectués à Creil.</b>	1
Annexe 3	<b>Annexe n° 3 – examen au cas par cas de la réponse en NO<sub>2</sub> des appareils testés à Creil :</b>	5
Annexe 4	<b>Annexe n° 4 – examen au cas par cas de la réponse en NO<sub>2</sub> des appareils testés à Toulouse</b>	5
Annexe 5	<b>Annexe n° 5 – Examen du premier rapport d'APS « été 2005 »</b>	2
Annexe 6	<b>Annexe n° 6 – Examen du deuxième rapport d'APS « été-hiver 2005-2006 »</b>	2

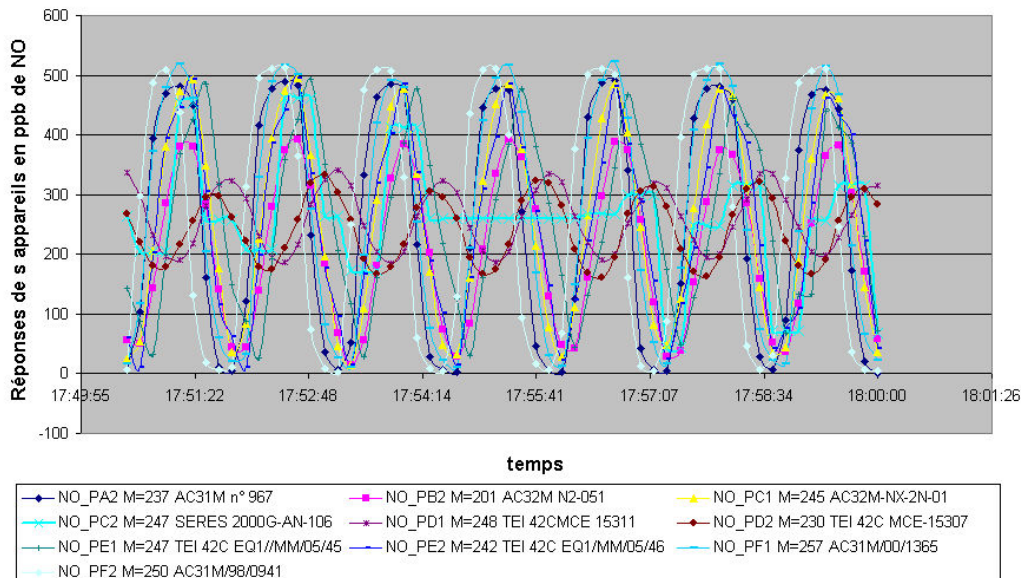
# **ANNEXES n° 1 à 6**

## Annexe n° 1 – Tests effectués à Creil – 2005. Résultat global en NO pour un changement de concentration tous les 45 secondes :

Réponse en NO sous régime transitoire  
changement de palier en NO tous les 45 sec.

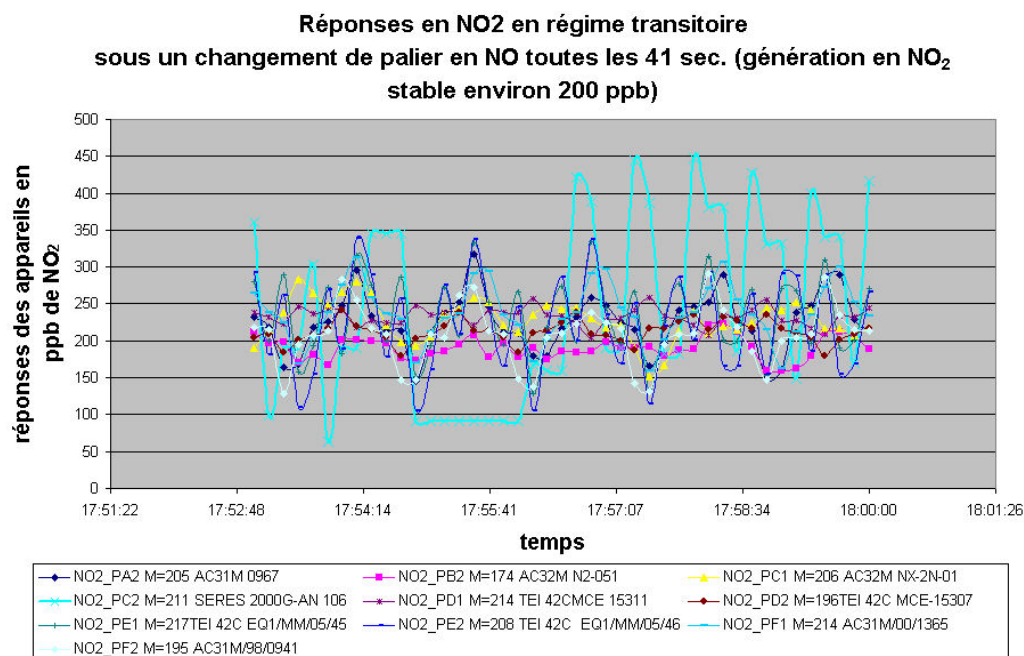
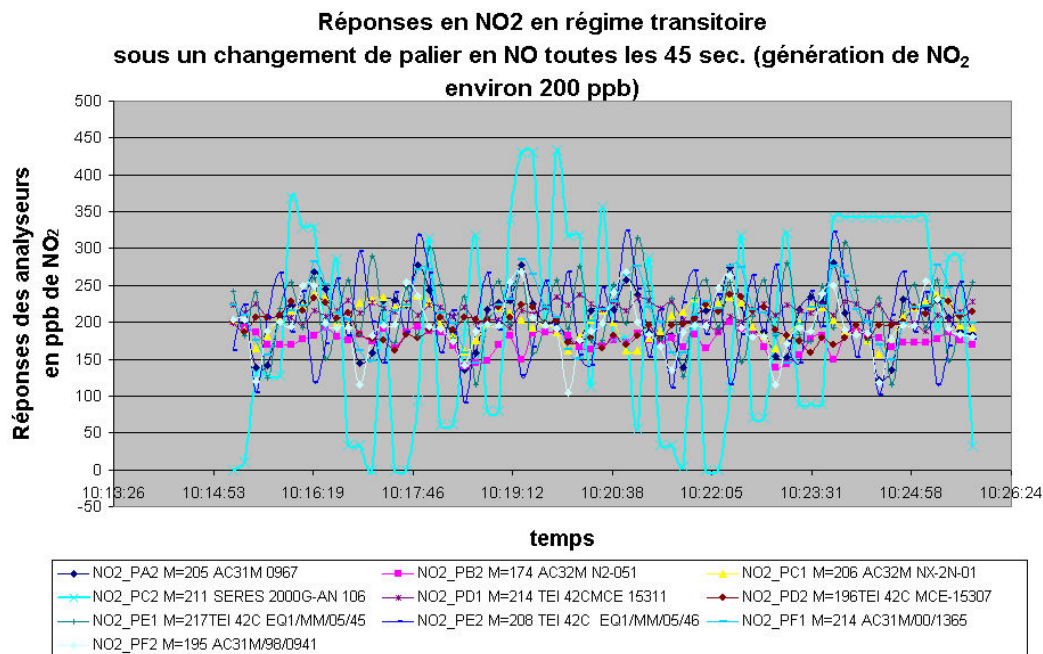


Réponse en NO sous régime transitoire  
changement de palier en NO tous les 41 sec.



Les courbes données par l'appareil NO PC2 SERES 2000G-AN-106 montrent quelques problèmes de synchronisation sur le modèle SERES NO<sub>x</sub> 2000G. Ce phénomène s'observe avec une sollicitation aussi bien à 45 secondes et à 41 secondes.

## Annexe n° 2 – Tests effectués à Creil – 2005.–Résultat global en NO<sub>2</sub> pour une sollicitation du NO toutes les 41 et 45 secondes.

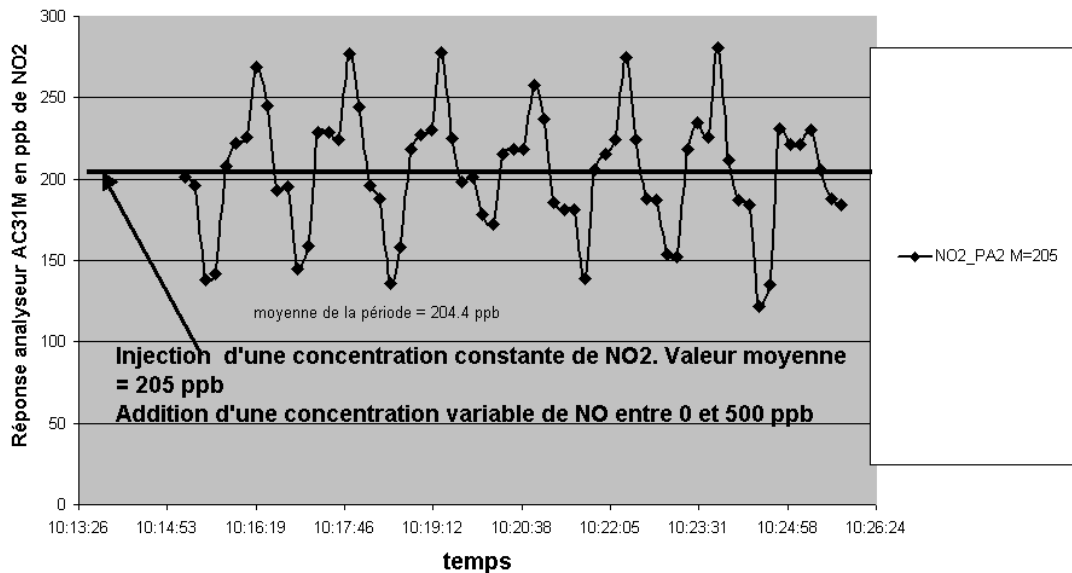


Les résultats globaux des réponses en NO<sub>2</sub> montrent que les réponses des appareils en NO<sub>2</sub> sont très oscillantes, loin d'être la copie de la concentration d'essai stable envoyée égale à 200 ppb.

La moyenne observée de tous les appareils se situe cependant autour de 200 ppb

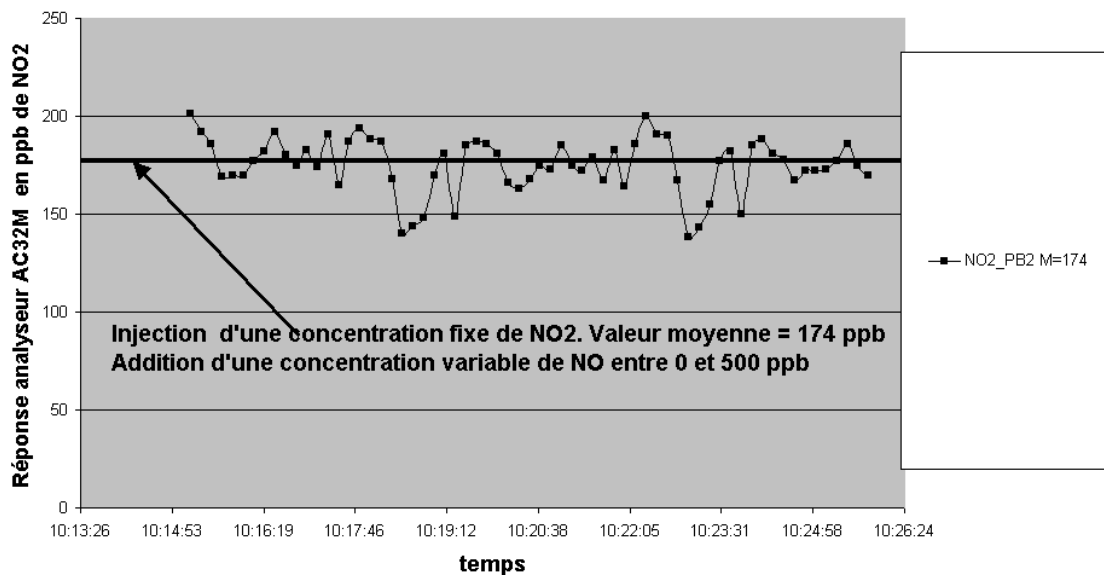
## Annexe n° 3–Tests effectués à Creil en 2005. – examen au cas par cas de la réponse en NO<sub>2</sub> des appareils testés à Creil :

Réponses du NO<sub>2</sub> attendue stable lorsque l'on superpose un changement de concentration en NO toutes les 45 sec.



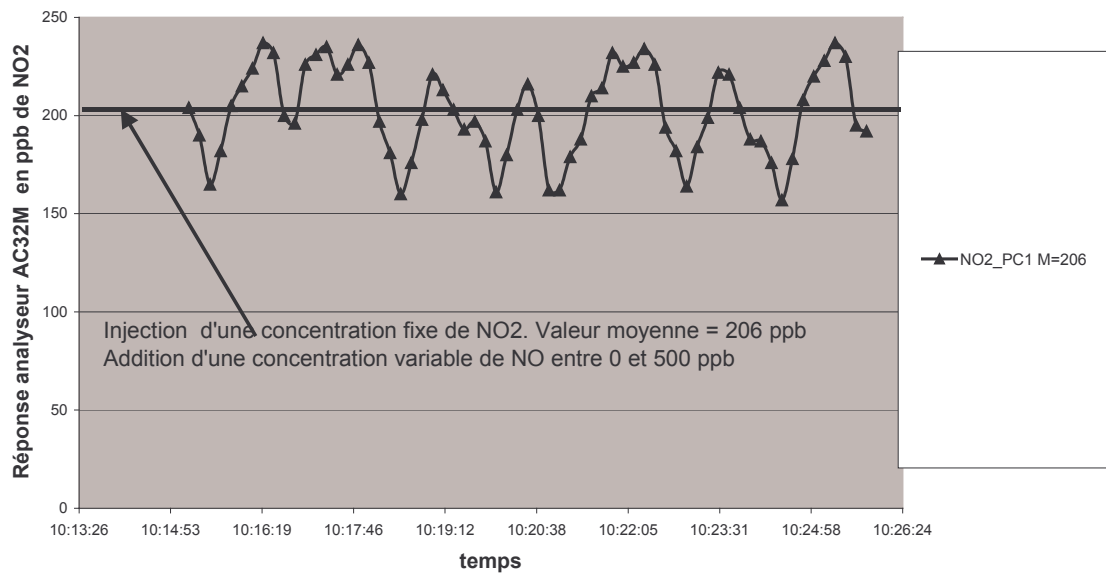
Ce spectre de réponse de l'AC31M en NO<sub>2</sub> se retrouve sur tous les autres AC31M

Réponses en NO<sub>2</sub> en régime transitoire  
changement de concentration toutes les 45 sec.

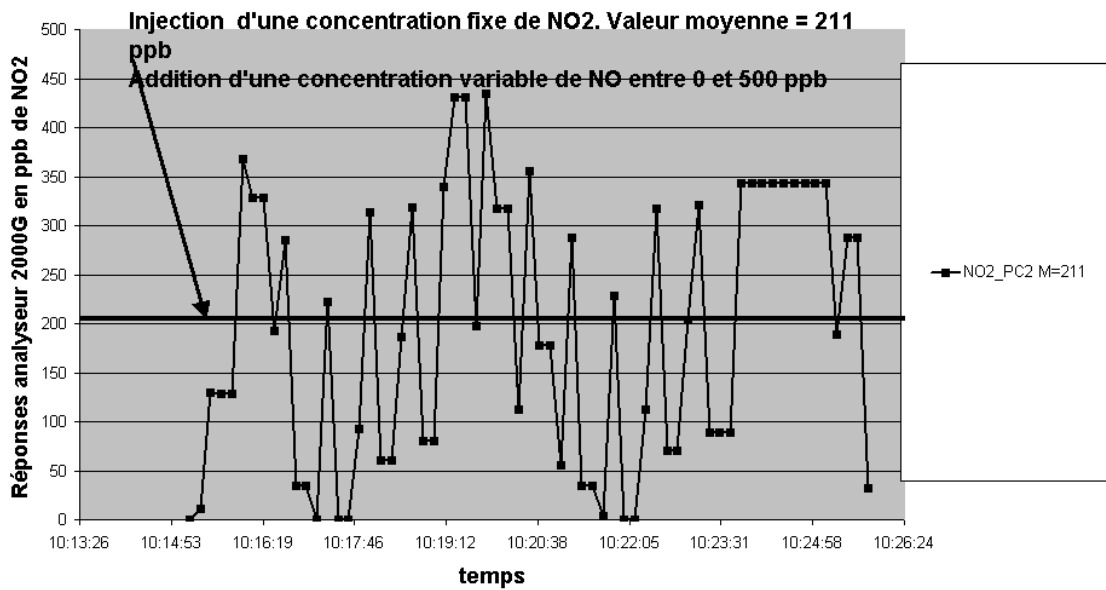




Réponses en NO<sub>2</sub> en régime transitoire  
changement de concentration toutes les 45 sec.

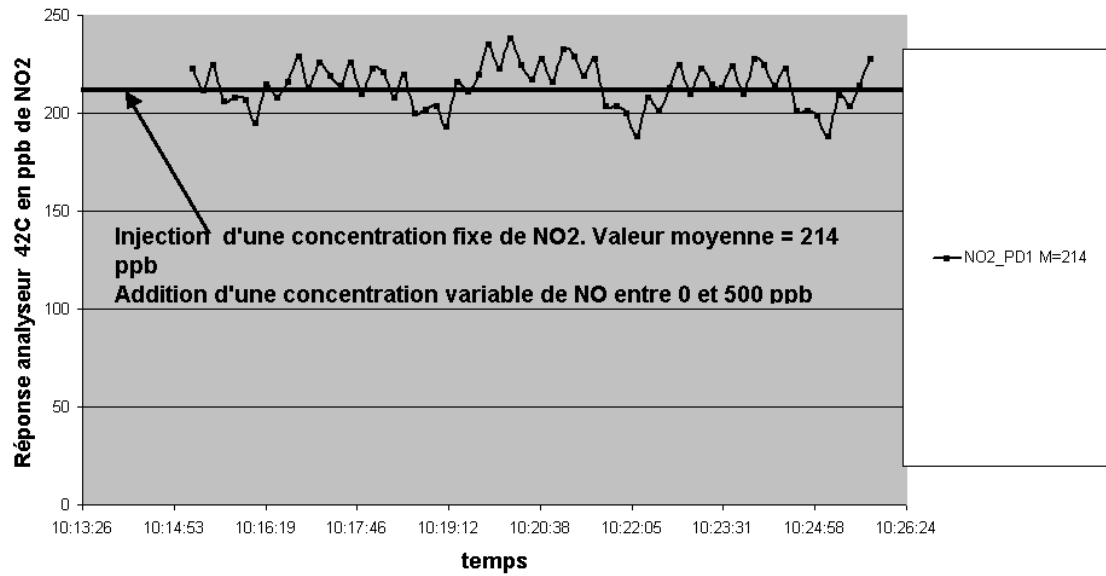


Réponses en NO<sub>2</sub> en régime transitoire  
changement de concentration toutes les 45 sec.

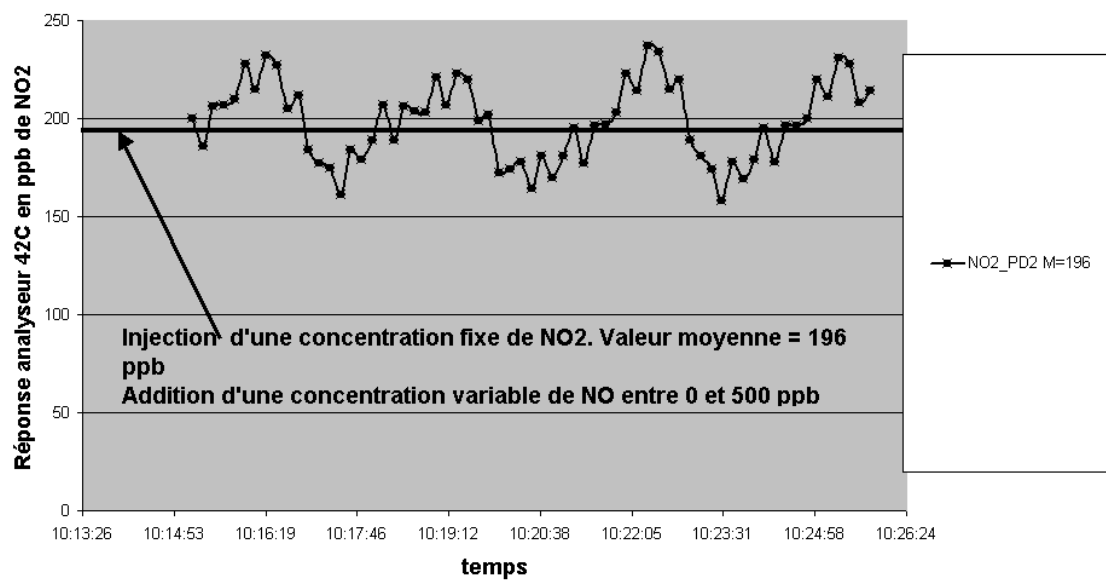


La réponse en NO<sub>2</sub> est très oscillante, aléatoire parfois bloquée et loin d'être une réponse stable de la concentration générée en NO<sub>2</sub>

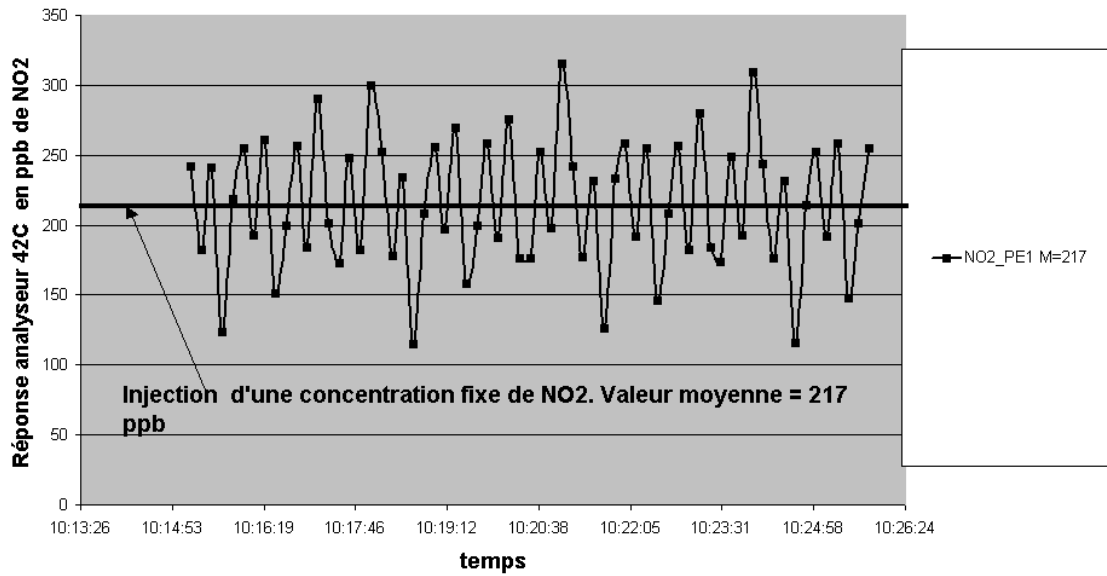
**Réponses en NO2 en régime transitoire  
changement de concentration toutes les 45 sec.**



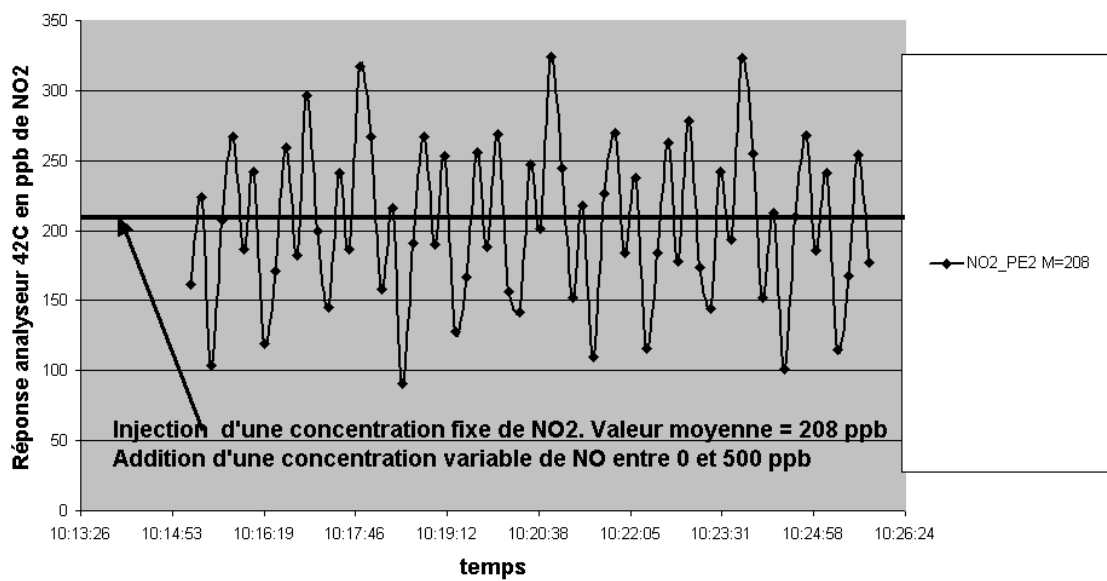
**Réponses en NO2 en régime transitoire  
changement de concentration toutes les 45 sec.**



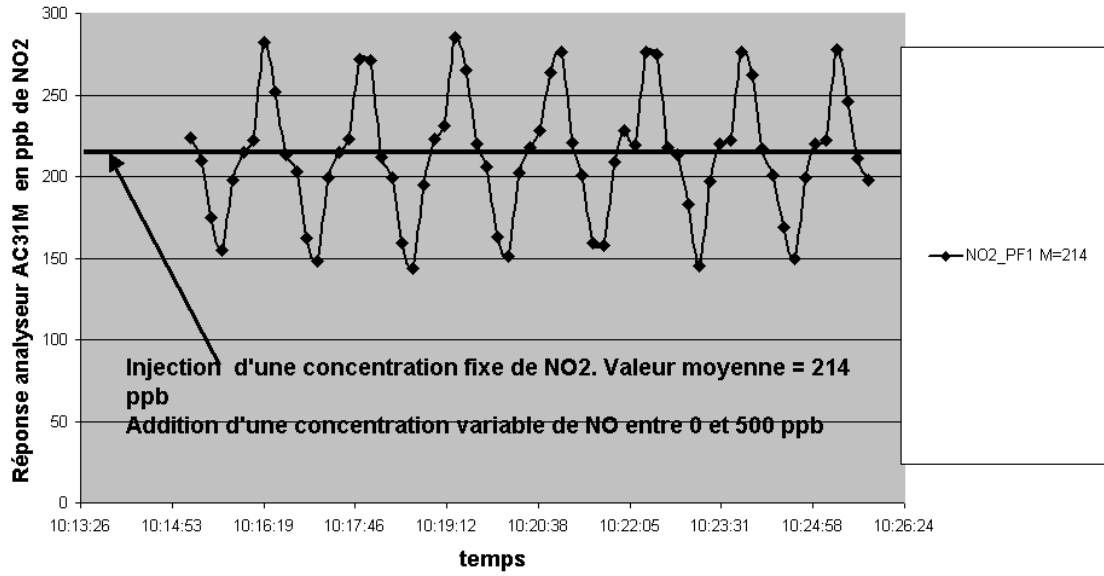
Réponses en NO2 en régime transitoire  
changement de concentration toutes les 45 sec.



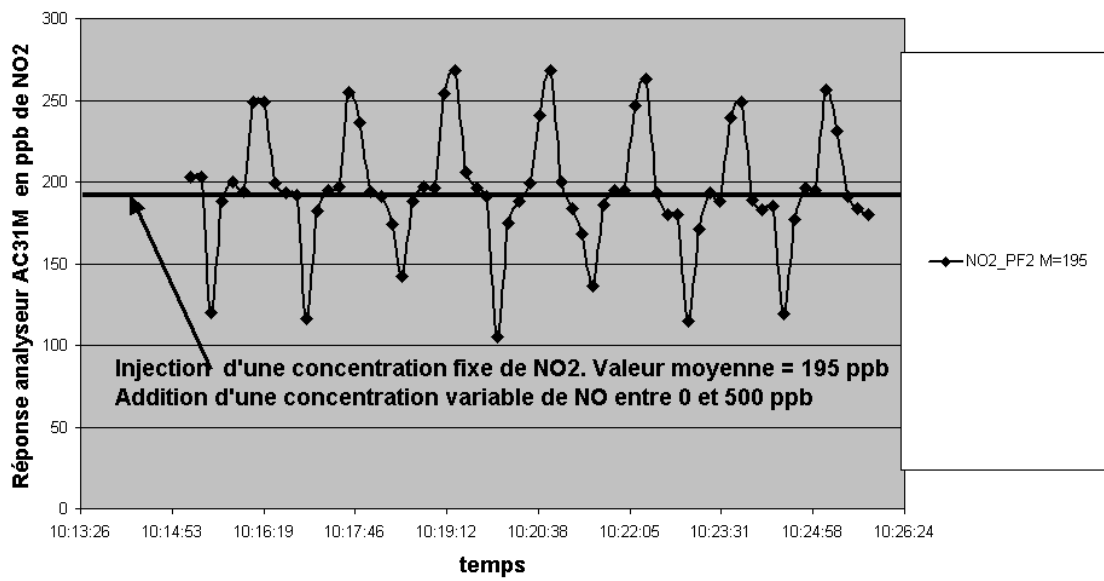
Réponses en NO2 en régime transitoire  
changement de concentration toutes les 45 sec.



Réponses en NO2 en régime transitoire  
changement de concentration toutes les 45 sec.

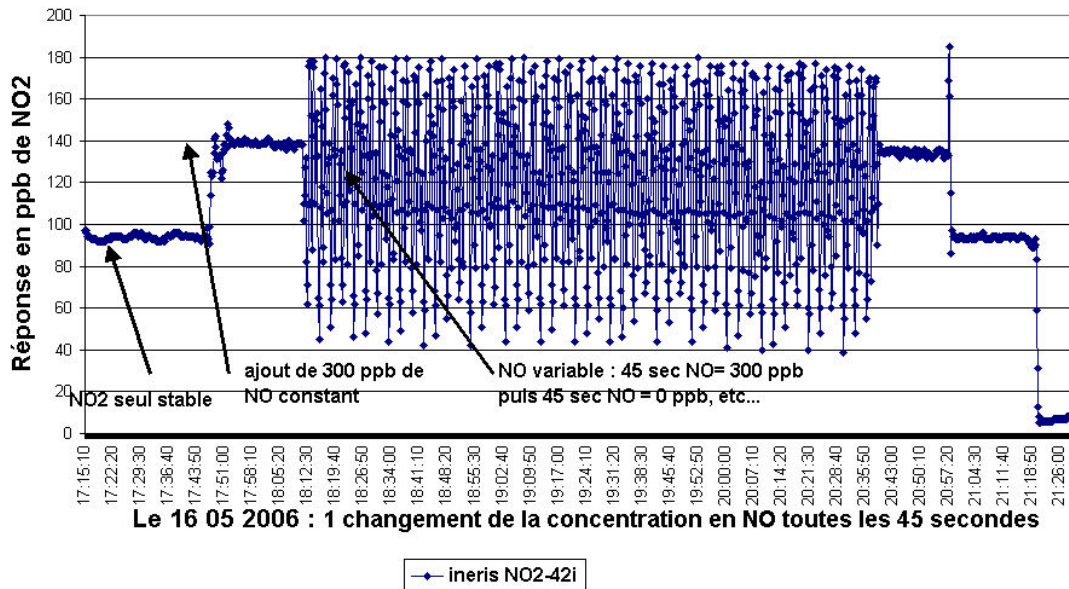


Réponses en NO2 en régime transitoire  
changement de concentration toutes les 45 sec.

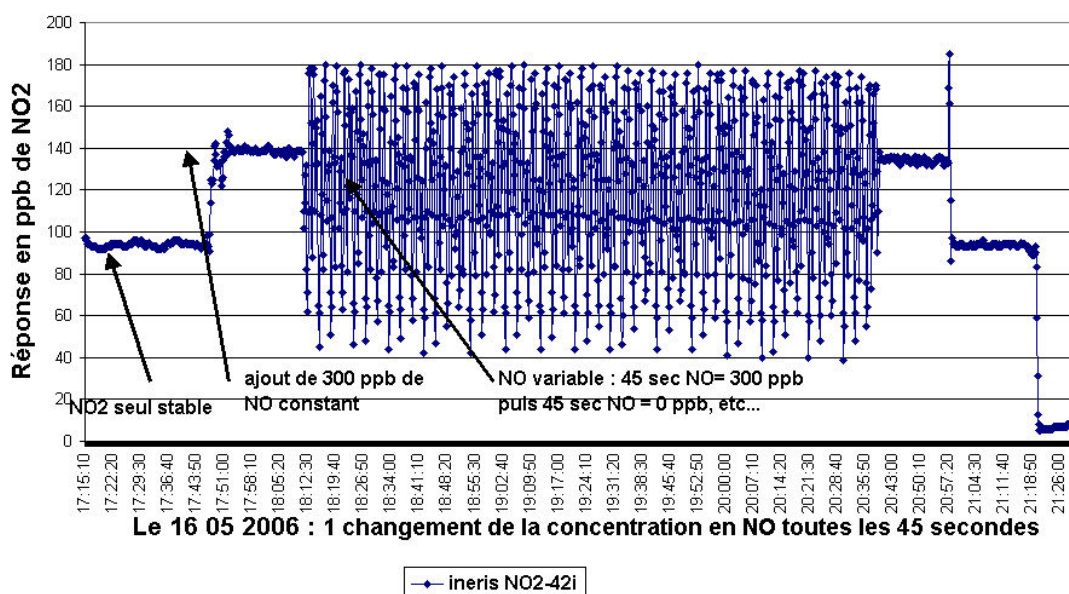


## Annexe n° 4 – Tests effectués à Toulouse en 2006.– examen au cas par cas de la réponse en NO<sub>2</sub> des appareils testés à Toulouse :

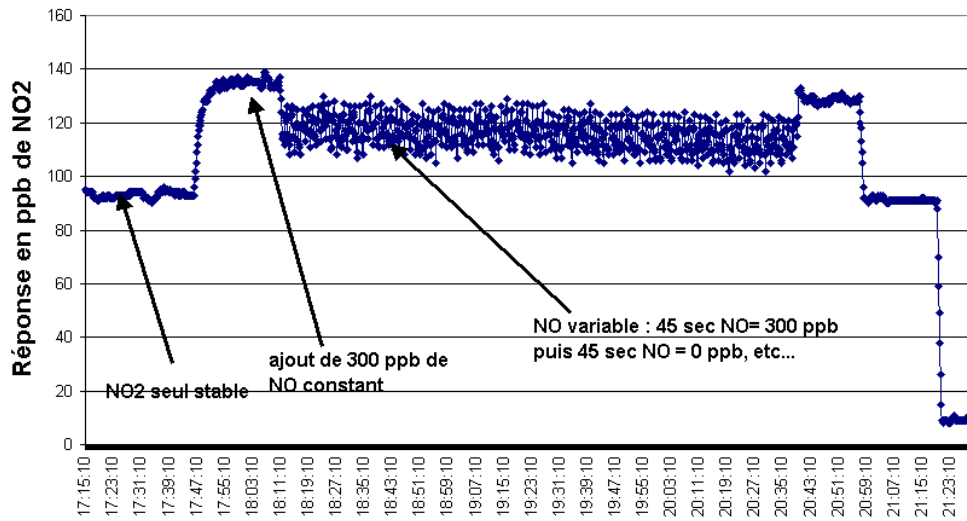
Comportement de l'appareil TEI NO/NO<sub>2</sub> 42i-c en régime transitoire-  
Average time = 30 sec.



Comportement de l'appareil TEI NO/NO<sub>2</sub> 42i-c en régime transitoire-  
Average time = 30 sec.



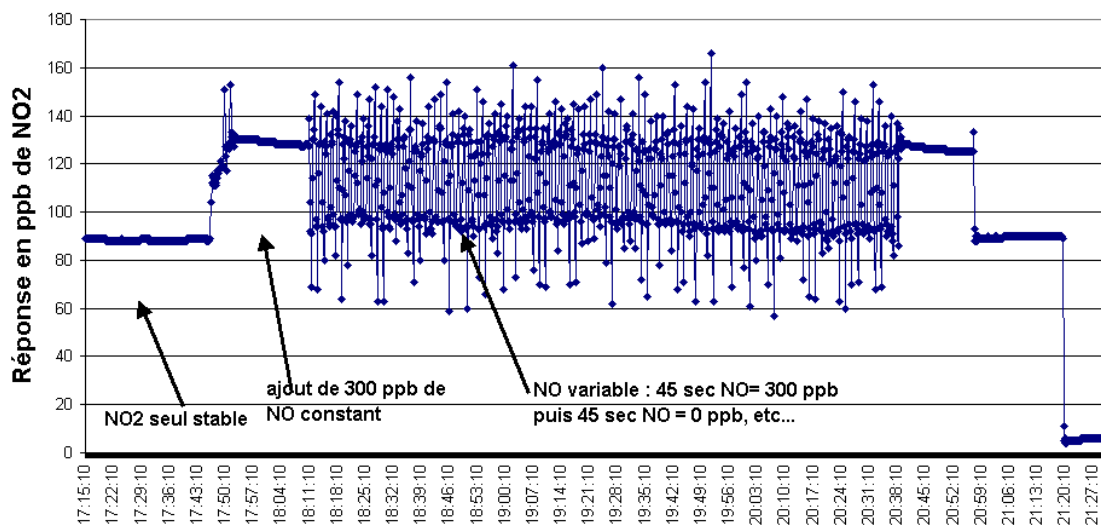
Comportement de l'appareil ORAMIP AC31M en régime transitoire-  
Average time = TR02 - off set = 200 ppb



Le 16 05 2006 : 1 changement de la concentration en NO toutes les 45 secondes

—●— ORAMIP AC31M fluo-NO2

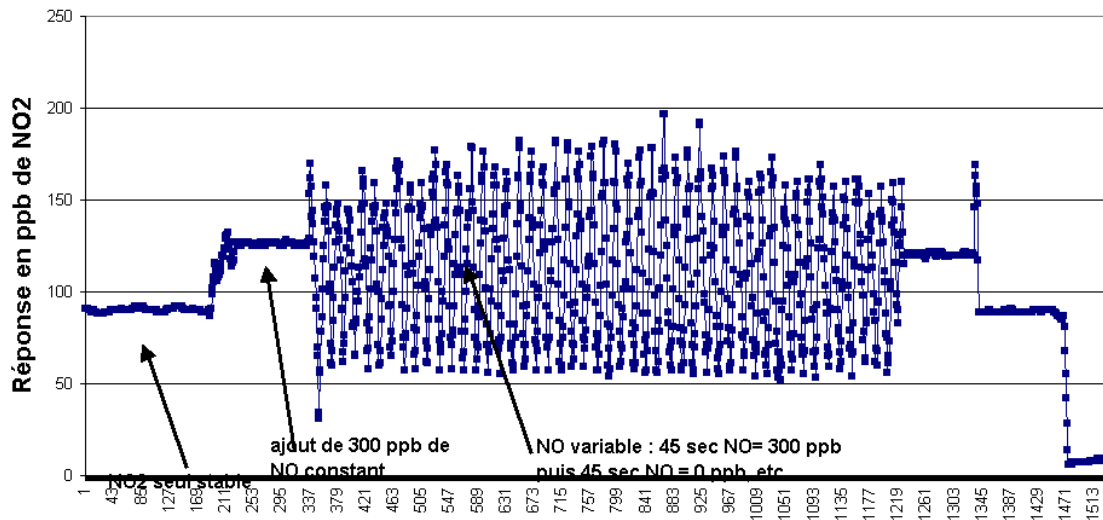
Comportement de l'appareil ATMO PC AC31M et 42i en régime transitoire-  
Average time =60s - off set = 99 ppb



Le 16 05 2006 : 1 changement de la concentration en NO toutes les 45 secondes

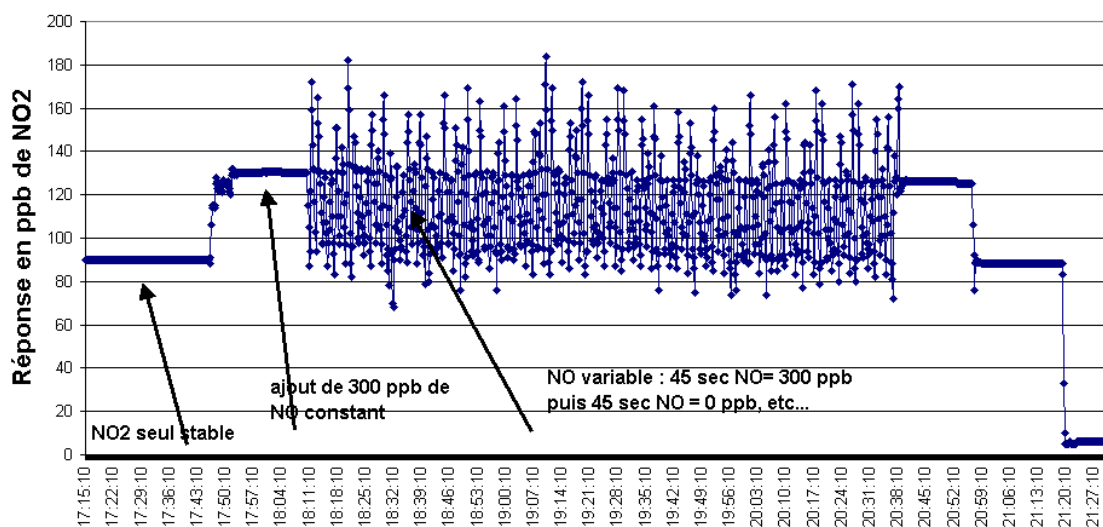
—●— ATMO PC AC31M

**Comportement de l'appareil ATMO PC AC31M et 42i en régime transitoire-  
Average time =60s - off set = 99 ppb**



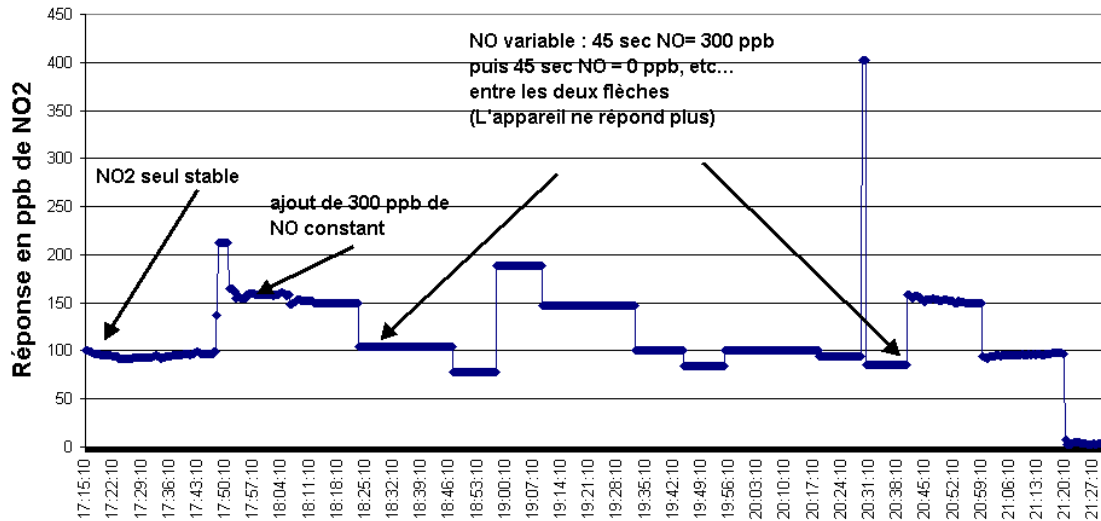
— ATMO PC - 42i

**Comportement de l'appareil AIRAQ AC32M en régime transitoire-  
Average time = auto 1.1**



— AIRAQ AC32M

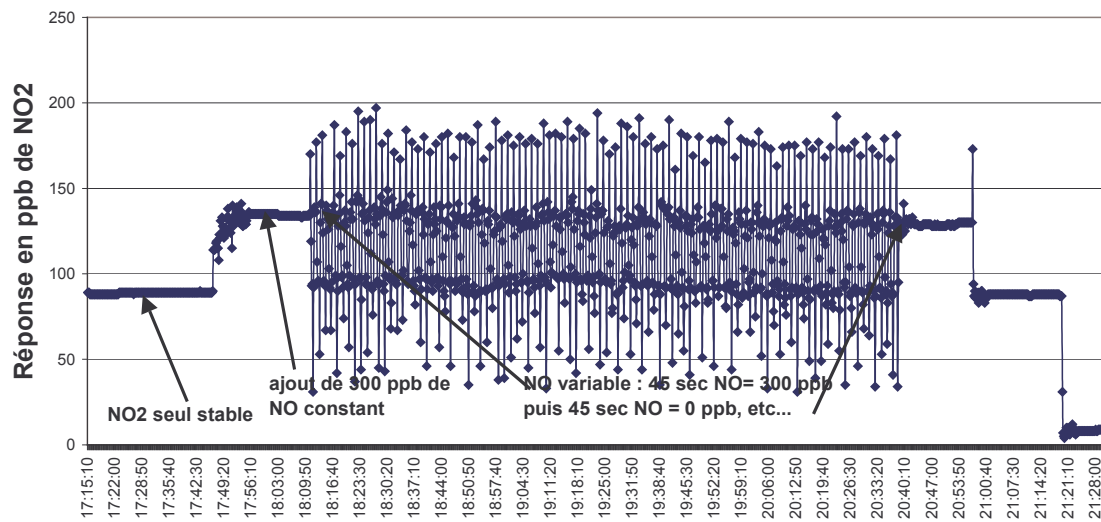
**Comportement de l'appareil AIR LR NOx 2000 en régime transitoire-  
Average time = ? - off set = 200 ppb**



**Le 16 05 2006 : 1 changement de la concentration en NO toutes les 45 secondes**

—●— AIR LR NOx 2000G n° 131

**Comportement de l'appareil AIRMARAIX AC31M en régime transitoire-  
Average time = ?s - off set = 99 ppb**

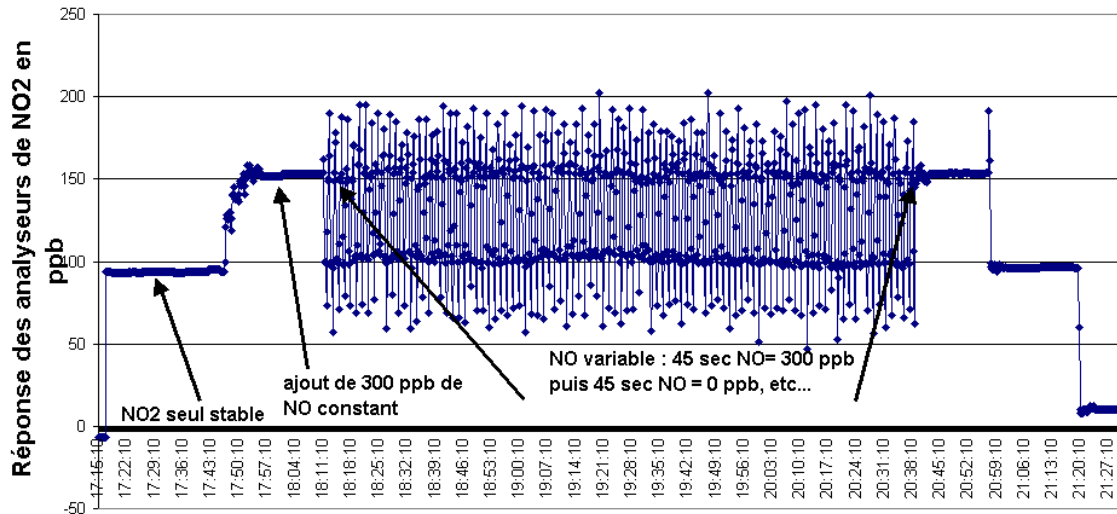


**Le 16 05 2006 : 1 changement de la concentration en NO toutes les 45 secondes**

—●— AIRMARAIX AC31M



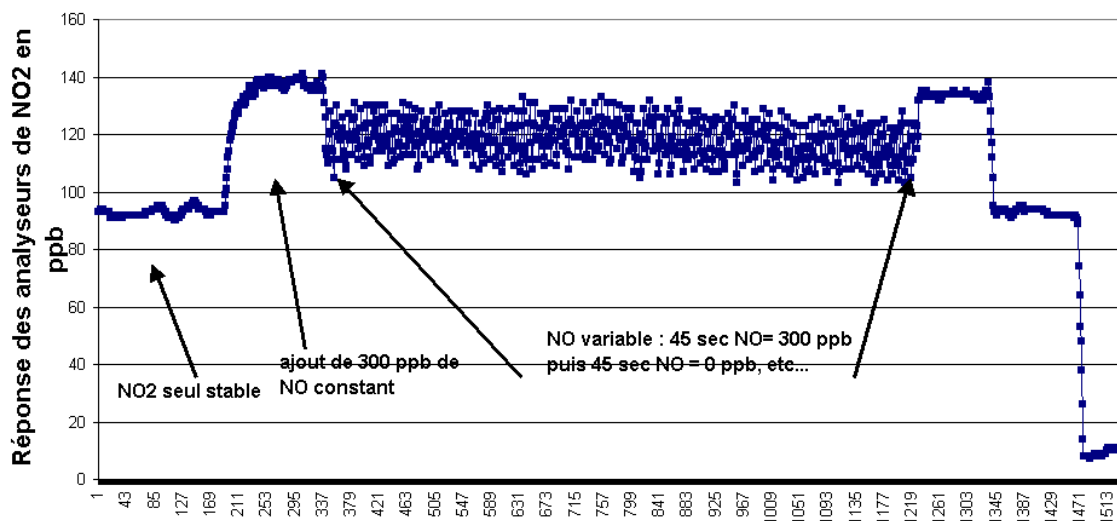
**Comportement des appareils ATMO BOURGOGNE AC31M LCD et FLUO en régime transitoire- Average time =?s - off set = 99 ppb et 200 ppb**



**Le 16 05 2006 : 1 changement de la concentration en NO toutes les 45 secondes**

—●— ATMO BOURGOGNE AC31M LCD

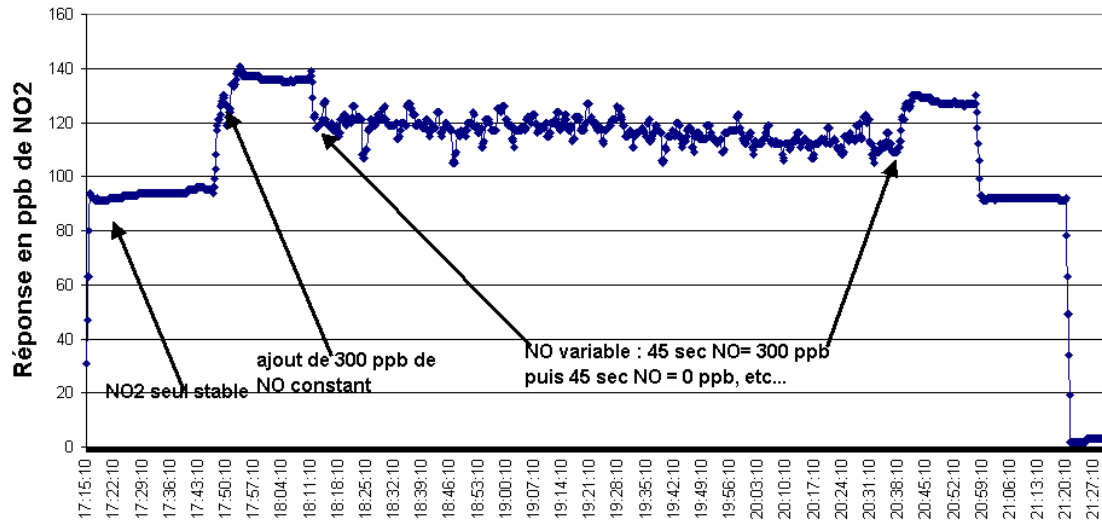
**Comportement des appareils ATMO BOURGOGNE AC31M LCD et FLUO en régime transitoire- Average time =?s - off set = 99 ppb et 200 ppb**



**Le 16 05 2006 : 1 changement de la concentration en NO toutes les 45 secondes**

—■— ATMO BOURGOGNE AC31M FLUO

Comportement de l'appareil ANDORRE API 200E en régime transitoire-  
Average time =10s - off set = 0 ppb



Le 16 05 2006 : 1 changement de la concentration en NO toutes les 45 secondes

—◆— ANDORRE API 200 E

## Annexe n° 5 Examen du premier rapport interne d'APS « été 2005 »

### 1<sup>er</sup> essai avec un TEI 42C et AC31M « Fluo »

Date et heure	42C 4364098-876 moyenne en µg/m3	AC31M 517 Gamme « Fluo » 0-5 ppm moyenne en µg/m3	commentaires
13/06/2005 au 15/06/2005	NO=126 NO <sub>2</sub> = 81.8	NO=112 NO <sub>2</sub> =82.8	Très bonne adéquation des mesures de NO. L'appareil 42C (sans boucle de retard) donne des valeurs très positives comme très négatives sur les Q.H. en NO <sub>2</sub>

### deuxième essai avec deux appareils TEI 42C et AC31M « LCD »

Date et heure	AC31M n° 733 Gamme « LCD » 0-5 ppm moyenne en µg/m3	42C 4364098-876 moyenne en µg/m3	commentaires
15/06/2005 au 16/06/2005	NO <sub>2</sub> =58.7	NO <sub>2</sub> =75.2	Les valeurs de l'AC31M LCD en NO sont bien inférieures au 42C

### Troisième essai avec 3 appareils : AC31M ; 42C : AC32M

Date et heure	AC31M n° 733 Gamme « LCD » 0-5 ppm moyenne en µg/m3	42C 58099-316 moyenne en µg/m3	AC32M n° 155	commentaires
17/06/2005 au 20/06/2005	NO =126 NO <sub>2</sub> =43	NO = 112 NO <sub>2</sub> =19	NO = 142 NO <sub>2</sub> =129	Les valeurs en NO de l'AC32M sont nettement supérieures au deux autres appareils : 42C et AC 31M Les valeurs en NO <sub>2</sub> déroutantes

### Quatrième essai avec 4 appareils dont 42C en mode NO

Date et heure	AC31M n° 733 Gamme « LCD » moyenne en µg/m3	42C n°58099-316 moyenne en µg/m3	AC32M n° 155	42C en mode NO	commentaires
20/06/2005 au 23/06/2005	Gamme 0-5 ppm	Gamme 0-5 ppm			Bonne corrélation entre les 4 courbes en NO. Saturation du signal de l'AC31M sur les voies NO et NO <sub>x</sub>

**Cinquième essai avec des gammes différentes sur deux appareils AC31M**

Date et heure	AC31M n° 733 Gamme « LCD » moyenne en µg/m3	AC31M n° 990 moyenne en µg/m3	commentaires
07/07/2005 au 13/07/2005	Fonctionnement sur la gamme 0-20 ppm Auto 11	Fonctionnement sur la gamme 0-5 ppm Auto 11	Les courbes NO se superposent. 30 % d'écart sur le NO <sub>2</sub> . La réponse donnée par l'AC31M n° 990 est plus faible (sa gamme est plus faible)  La trame numérique envoyée via le RS232 à une station d'acquisition correspond directement à l'affichage de l'analyseur.  Le changement de gamme automatique est transparent par l'utilisateur.

**Sixième essai avec des gammes 0-20 ppm sur deux AC31M**

Date et heure	AC31M n° 733 moyenne en µg/m3	AC31M n° 990 moyenne en µg/m3	commentaires
14/07/2005 au 17/07/2005	Fonctionnement sur la gamme 0-20 ppm Auto 11	Fonctionnement sur la gamme 0-20 ppm Auto 11	Les courbes NO <sub>2</sub> se superposent très bien sur un site de proximité  La trame numérique envoyée via le RS232 à une station d'acquisition correspond directement à l'affichage de l'analyseur.  Le changement de gamme automatique est transparent par l'utilisateur. Il y a lieu de faire le bon choix en fonction des pics de mesure.

**Septième essai avec un appareil API 200<sup>E</sup> et AC31M**

Date et heure	API de l'ARPA Italie Va modèle 200A moyenne en µg/m3	AC31M n° 990 0-20 ppm Auto 11 moyenne en µg/m3	Commentaires
28/07/2005 au 04/08/2005			Les résultats en NO et en NO <sub>2</sub> sont tout à fait satisfaisant

**huitième essai avec l'AC31M et l'AC32M**

Date et heure	AC 32 M n°155	AC31M n° 990 0-20 ppm Auto 11 moyenne en µg/m3	Commentaires
19/07/2005 au 23/07/2007			La mesure NO est correcte. La mesure NO <sub>2</sub> est très supérieure à ce que peut être la réalité. L'appareil n'est pas adapté au site trafic intense.

**neuvième essai avec l'AC31M et le 42C TEI**

Date et heure	42C 4364099-867 sans boucle de retard	AC31M n° 990 moyenne en µg/m3	Commentaires
13/09/2005 au 19/09/2005			Les mesures en NO sont très bonnes. Les mesures instantanées en NO <sub>2</sub> sont très positives comme très négatives. Il n'a pas été donné de moyennes QH

## Annexe n° 6 Examen du deuxième rapport interne d'APS « été-hiver 2005 –2006 »

### Premier essai. Nouvelle EPROM sur l'AC32M permettant l'intégration des valeurs négative

Date et heure	AC31M n° 990 moyenne en µg/m3	AC 32M (nouvelle Eprom )	Commentaires sur la comparaison
21/11/2005 au 22/11/2005	Fonctionnement sur la gamme 0-20 ppm Auto 11	config. : « TR11 à TR06 »	La mesure NO est correcte. Disparition de la surestimation systématique du NO <sub>2</sub> Profil NO <sub>2</sub> légèrement inférieur à celui de l' AC31M

### Deuxième essai sur le site du Bosson avec nouvelle EPROM sur l'AC32M permettant l'intégration des valeurs négative

Date et heure	AC31M 517 Gamme « Fluo » 0-20 ppm moyenne en µg/m3	AC 32M (nouvelle Eprom ) config. : « TR06 »	commentaires
Du 21/11/2005 au 28/11/2005			La mesure NO est correcte. La mesure du NO <sub>2</sub> semble meilleure. La surestimation systématique du NO <sub>2</sub> a disparu. Par contre l'AC31M n'intègre pas les valeurs négatives, entraînant un biais de 10 % supérieur

### Troisième essai sur la rampe d'accès au tunnel avec nouvelle EPROM sur l'AC32M et AC31M intégrant les valeurs négatives sur les deux appareils (off-set = 100 ppb)

Date et heure	AC31M n° 990 Intégrant les valeurs négatives moyenne en µg/m3	AC 32M N° 150 (nouvelle Eprom ) config. : « TR06 »	commentaires
28/11/2005 au 30/11/2005			Comparaison du NO et NO <sub>2</sub> très satisfaisante. Il est possible de configurer les valeurs négatives de l'AC31M (menu caché aux utilisateurs)

**Quatrième essai**

Date et heure	AC31M n° 990 Intégrant les valeurs négatives moyenne en µg/m3	AC 32M N° 150 (nouvelle Eprom ) config. : « TR06 »	commentaires
04/12/2005 au 12/12/2005			Comparaison du NO et NO <sub>2</sub> très satisfaisante.  Il est possible de configurer les valeurs négatives de l'AC31M (menu caché aux utilisateurs)

**Cinquième essai sur site urbain de proximité automobile**Essai avec l'AC31M permettant l'intégration des valeurs négative et l'API 200<sup>E</sup> vs

Date et heure	AC31M n° 1290 Intégrant les valeurs négatives moyenne en µg/m3	AC32M n° 150 moyenne en µg/m3	commentaires
01/12/2005 au 12/12/2005			Les deux appareils mesurent exactement les mêmes concentrations en NO et NO <sub>2</sub>

**Sixième essai comparatif avec l'appareil API de conception récente et l'AC31M**

Date et heure	AC31M n° 990 Intégrant les valeurs négatives moyenne en µg/m3	API 200 <sup>E</sup> vs moyenne en µg/m3	commentaires
Du 22/11/2005 au 28/11/2005			Ecart positif en NO de + 25 % sur l'appareil API 200 <sup>E</sup> Ecart positif considérable en NO <sub>2</sub> sur l'appareil API 200 <sup>E</sup>  D'après les techniciens italiens, cet appareil intègre les valeurs négatives.

**Septième essai entre l'AC31M et le modèle 42C de l'ORA**

Date et heure	AC31M n° 990 Intégrant les valeurs négatives moyenne en µg/m3	42C ORA moyenne en µg/m3	commentaires
14/12/2005 au 30/12/2005			Très bonne correspondance des valeurs en NO et NO <sub>2</sub> au rendement du four de conversion près.