



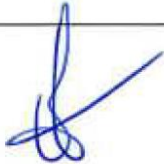
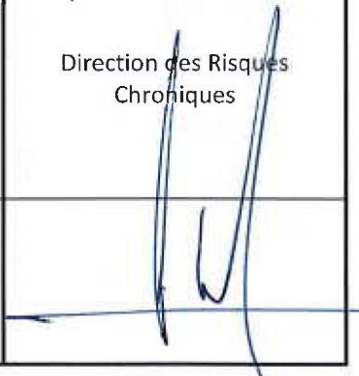
Intercomparaison des moyens de mesures mobiles (Amiens 2016)

**Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l’Air**

**INTERCOMPARAISON DES MOYENS DE MESURES
MOBILES
(AMIENS 2016)**

F. MARLIERE (INERIS)

Programme 2016

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	F. MARLIERE	C. MARCHAND	M. DURIF
Qualité	Ingénieur de l’Unité CIME Direction des Risques Chroniques	Responsable de l’Unité CIME Direction des Risques Chroniques	Responsable du Pôle CARA Direction des Risques Chroniques
Visa			



LE LABORATOIRE CENTRAL DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué des laboratoires de Mines Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches à la demande du Ministère chargé de l'environnement, et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique ont été financés par la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM). Ils 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 au MTES et 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.

TABLE DES MATIERES

SYNTHESE.....	7
1. INTRODUCTION	10
2. PRINCIPE DE L'EXERCICE.....	12
3. PRESENTATION DU DISPOSITIF D'ESSAI	13
3.1 Description du dispositif de dopage	13
3.2 Mesure du débit et calcul du temps de résidence.....	14
4. DEROULEMENT DE L'EXERCICE	15
4.1 Présentation des participants	16
4.2 Liste des analyseurs.....	17
4.3 Chronologie de l'exercice	17
4.4 Alimentation des lignes d'échantillonnage et temps de résidence	18
4.5 Système d'acquisition numérique.....	19
4.6 Systèmes d'étalonnage et de dopage	19
4.6.1 Gaz pour étalonnages.....	19
4.6.2 Photomètre ozone.....	20
4.6.3 Gaz de dopage haute concentration	21
4.7 Dopages réalisés.....	21
4.7.1 Dopage O ₃ , SO ₂ , NO ₂ , CO et NO	22
4.8 Suivi temporel des données	23
5. TRAITEMENT STATISTIQUE.....	23
5.1 Traitement des données brutes	23
5.2 Traitement statistique des données	23
6. RESULTATS	24
6.1 Circulation en aveugle de gaz pour étalonnage (étape 4)	24
6.1.1 Circulation du CO.....	25
6.1.2 Circulation du SO ₂	26
6.1.3 Circulation du photomètre ozone	28
6.1.4 Circulation du NO	29
6.1.5 Circulation du NO ₂	31
6.1.6 Bilan de la circulation des gaz étalons en aveugle	32
6.2 Observations spécifiques	33
6.3 Intervalle de confiance externe	34
6.3.1 CO	34

6.3.2	SO ₂	36
6.3.3	Ozone	37
6.3.4	NO	38
6.3.5	NO ₂	40
6.3.6	Synthèse des traitements statistiques.....	41
6.3.6.1	Traitement des valeurs aberrantes.....	41
6.3.6.2	Bilan des intervalles de confiance de reproductibilité	42
6.4	Z-scores	42
6.4.1	Z-scores par polluant.....	42
6.4.2	Résultats individuels	46
7.	TEST DU DISPOSITIF DE DOPAGE AU NIVEAU DES TETES DE PRELEVEMENT	47
7.1	Présentation du dispositif.....	47
7.2	Contrôles des analyseurs	48
7.3	Séquences de dopage	48
7.4	Anomalies relevées	49
7.5	Résultats.....	51
7.5.1	CO.....	51
7.5.2	SO ₂	52
7.5.3	Ozone	52
7.5.4	NO	53
7.5.5	NO ₂	55
8.	CONCLUSION.....	57
9.	LISTE DES ANNEXES	60

La directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 dédiée à la qualité de l'air appelle au respect de valeurs limites ou valeurs cibles, en leur associant une exigence en termes d'incertitude maximale sur la mesure.

Les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) sont tenues de participer aux essais d'inter-comparaison (destinées aux organismes agréés de surveillance de la qualité de l'air) mis en place dans le cadre du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (article 9 de l'arrêté du 21 octobre 2010).

Dans l'objectif de vérifier le respect des exigences de la directive européenne 2008/50/CE, le LCSQA propose annuellement aux AASQA une inter-comparaison de moyens mobiles pour les polluants SO₂, O₃, NO, NO₂ et CO à différents niveaux de concentration et tout particulièrement au voisinage des seuils horaires d'information ou d'alerte pour les polluants NOx, O₃, SO₂, et de la valeur limite sur 8h pour le CO.

Un exercice d'inter-comparaison de moyens de mesures mobiles a été réalisé en mars 2016 en collaboration avec ATMO PICARDIE. Il a réuni 5 participants (3 AASQA, l'ISSEP (Belgique) et le LCSQA/INERIS) et moyens mobiles, constituant un parc de 33 analyseurs.

Vu le faible nombre de participants à cet exercice, l'estimation des incertitudes de mesure peut être sensiblement impactée en cas d'écart de l'un des participants.

Durant cette inter-comparaison, le système de dopage du LCSQA/INERIS permettant une distribution homogène des gaz sur 4 axes a été mis en œuvre. Le temps de résidence inférieur à 3 secondes (pour les NOx et l'ozone) dans les lignes d'échantillonnage n'a pas totalement été respecté malgré la mise en place de lignes fluidiques courtes et d'un boîtier de distribution de gaz individuel pour les participants ayant les analyseurs de plus faibles débits. Le non-respect de ce critère n'a toutefois pas eu d'influence significative sur la dispersion des mesures des participants concernés.

Le déroulement de l'exercice a comporté une phase préliminaire à la réalisation de paliers de dopages pour l'ensemble des polluants, consistant en une circulation de gaz étalon en aveugle visant à évaluer la cohérence des raccordements entre les niveaux 2 et 3 de la chaîne nationale d'étalonnage et les éventuels défauts de linéarité des appareils.

Peu de dysfonctionnements d'appareils ont été observés en cours d'exercice sur les différents analyseurs, sans conséquences sur le déroulement de l'exercice.

Lors de la **circulation de gaz pour étalonnage en aveugle**, les écarts par rapport à la tolérance de 4 % (5% dans le cas du NO₂) sur la lecture de concentrations étalons sont peu nombreux et dans quelques cas limités, assez élevés. Pour chaque polluant, on relève des écarts de mesure de l'ordre de -12 à +8 % sur au plus un des appareils du parc. Les causes ont été identifiées (dérive, temps de chauffe insuffisant, analyseur de référence non modifiable). On rappellera que cette phase est désormais réalisée en une seule étape, sans étape de rattrapage/correction en cas d'écart excessif, afin d'accéder à des incertitudes de mesures plus proches des conditions réelles de terrain. Ces écarts ont été observés immédiatement après le calibrage des analyseurs par les AASQA avec leurs propres gaz d'étalonnages de niveau 2 ou 3.

On note également que les analyseurs de SO₂ présentent depuis l'exercice 2014 un nombre d'écarts réduits par rapport aux années antérieures, avec cette année la particularité d'être du même ordre que ceux des autres polluants. Cette nette amélioration s'explique par les précautions particulières appliquées aux bouteilles étalons et sans doute au soin pris par les participants lors de la phase de lecture de ces bouteilles compte tenu de l'évolution des consignes de la circulation de gaz étalons en aveugle.

Pour l'exercice d'inter-comparaison en propre, les intervalles de confiance de répétabilité et de reproductibilité ont été déterminés pour chaque polluant et les différents paliers de dopage, en application de la norme NF ISO 5725-2. On signalera que le nombre de valeurs aberrantes détectées lors de l'application des tests de Cochran et Grubbs reste faible avec moins de 2% de données éliminées et ces dernières reposent en général sur un seul participant. L'élimination de données sur avis d'expert n'a pas été nécessaire.

L'examen des intervalles de confiance de reproductibilité, déterminés expérimentalement, a conduit à des résultats satisfaisants en termes de respect des recommandations des Directives Européennes (15% d'incertitude de mesures aux valeurs limites réglementaires) :

- pour le polluant CO, l'intervalle de confiance de reproductibilité est de 4,5% à la valeur limite horaire ;
- pour le polluant SO₂, cet intervalle est de 8,9% à la valeur limite horaire ;
- pour le polluant O₃, l'intervalle de confiance de reproductibilité est de 5,6% à la valeur limite horaire de 180 ppb. On notera que les incertitudes estimées aux autres seuils de concentration disponibles pour l'ozone, à savoir 90 ppb (seuil d'information) et 120 ppb (seuil d'alerte horaire sur 3 heures), respectent également les exigences de la Directive Européenne ;
- l'intervalle de confiance de reproductibilité est de 9,9% à pour le NO et de 6,6% pour le NO₂ aux valeurs limites horaires correspondantes.

D'une manière générale, les résultats du traitement statistique suivant la norme NF ISO 13 528 et permettant la détermination des z-scores sont homogènes et très satisfaisants pour une majorité de participants. Une très large majorité des z-scores est comprise entre ± 1 . Les z-scores plus élevés, imposant des actions préventives et correctives, sont anecdotiques et concentrés sur peu de participants. Ainsi on relève des z-scores supérieurs à 4 pour le laboratoire n°1 sur 2 paliers de CO, un z-score supérieur à 2 pour le laboratoire n°4 sur 1 palier de CO, et un z-score supérieur à 2 pour le laboratoire n°2 sur 1 palier dans le cas de l'ozone.

Les résultats de cette inter-comparaison permettent d'évaluer la qualité de mise en œuvre des méthodes de mesures par les AASQA en conditions réelles. On notera que depuis 2008, les résultats obtenus en termes d'incertitudes de mesure sont conformes aux exigences de la Directive Européenne et confirment dans la durée la fiabilité du système de mesure national.

Ceci est à rapprocher du fait que le parc d'analyseurs dispose d'un temps de chauffe et de stabilisation important (>2 jours), ce qui tend à réduire les écarts entre appareils en début de campagne et conditionne l'obtention d'intervalles de confiance réduits.

Cet exercice a permis de renouveler pour la quatrième année le test in situ du dispositif de dopage au niveau des têtes de prélèvement, permettant d'intégrer celles-ci au calcul d'incertitude expérimental.

Ce dispositif reprend le système de génération basé sur la dilution de gaz concentrés, dilués dans un flux d'air ambiant puis distribués par coiffage de la tête de prélèvement par un sac en Tedlar, inerte aux polluants classiques. Ce dispositif peut autoriser le coiffage et la distribution simultanée de gaz sur un maximum de 12 têtes de prélèvements.

On aura pu constater pour l'ensemble des polluants, la bonne cohérence des mesures faites simultanément dans les sacs Tedlar soit via les têtes de prélèvements soit via des lignes individuelles, indiquant à une exception près l'influence négligeable des têtes de prélèvement dans la chaîne de mesure.

Le traitement statistique des données, identique à celui de l'exercice classique présenté ci-dessus, a isolé de nombreuses données ciblées sur le participant n°2, confirmant les observations faites au travers des données brutes du comportement douteux de certains appareils qui s'est avéré lié à l'influence de grilles de filtration à l'entrée des lignes fluidiques des appareils. Dans ce cas de figure, les analyseurs concernés ont fait l'objet d'une élimination du jeu de données sur avis d'expert.

Les intervalles de confiance expérimentaux calculés sont :

- pour le polluant CO : 5,4% à la valeur limite 8 heures ;
- purement indicatif, pour le polluant SO₂ : 23% (repose sur 3 participants uniquement) à la valeur limite horaire ;
- pour le polluant O₃ : 1,8% à la valeur limite horaire ;
- pour le polluant NO : 5,5% à la pseudo-valeur limite horaire ;
- pour le polluant NO₂ : 6,2% à la valeur limite horaire.

On note une bonne cohérence des valeurs d'incertitude entre les exercices avec et sans coiffage des têtes de prélèvement pour l'ensemble des polluants (hors SO₂).

Ces résultats confirment les observations faites lors des tests précédents de ce dispositif de dopage sur 4 années consécutives et conduisent le LCSQA à valider définitivement le dispositif de dopage des têtes de prélèvement qui englobe toutes les incertitudes de mesures en conditions réelles.

Ainsi, dès 2017, ce dispositif se substituera au dispositif classique en boîtiers. Ceci permettra de respecter de manière plus systématique le critère de temps de résidence inférieur à 3 secondes pour les polluants O₃ et NO_x, et de procéder à quelques tests approfondis sur l'influence de la ligne de prélèvement (injection en tête de ligne par exemple).

La réalisation d'exercices réguliers d'inter-comparaison permet au dispositif de surveillance national d'enrichir les procédures de maintenance périodique et le transfert des bonnes pratiques de mesure (cas du laboratoire 2 par ex.). Elle permet également aux AASQA accréditées qui y participent d'alimenter la démonstration du maintien de leurs compétences auprès du COFRAC. Dans cet objectif, le maintien de cet exercice annuel reposera sur une nouvelle planification ne retenant alternativement que les sites d'Atmo-Rhône/Alpes et de l'INERIS.

1. INTRODUCTION

La directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 dédiée à la qualité de l'air appelle au respect de valeurs limites ou valeurs cibles, en leur associant une exigence en termes d'incertitude maximale sur la mesure.

A ce titre, en France, les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA), sont tenus de participer aux essais d'inter-comparaison mis en place par le ministère chargé de l'environnement, dans le cadre du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air ou par les autres organismes désignés par lui à cet effet (Article 9 de l'arrêté du 17 mars 2003).

Dans ce contexte, un travail spécifique a été dédié en 2004 à la recherche d'un mode d'intégration de toute station de surveillance fixe et/ou mobile française à cette démarche globale selon un principe de comparaison expérimentale. Il a été finalisé en 2005 par la mise au point par le LCSQA puis la validation d'un système d'enrichissement de la matrice air ambiant permettant la comparaison à des niveaux variés pouvant atteindre les valeurs limites réglementaires.

Ainsi, trois types d'exercices complémentaires faisant systématiquement appel au dispositif de dopage de l'air ambiant ont été développés et optimisés au cours des dernières années (cf. rapport de novembre 2010 Réf. DRC-10-111565-11330A - Surveillance de la qualité de l'air : Description du système français d'assurance qualité) :

- **Exercice inter-laboratoire multipolluants** : Il s'agit d'une inter-comparaison de groupe des moyens mobiles qui permet de vérifier le respect des exigences réglementaires de la Directive Européenne pour chacun des polluants étudiés, par la détermination de l'intervalle de confiance relatif (reproductibilité selon la norme ISO 5725-2) assimilable à l'incertitude de mesure collective, par polluant et par niveau de concentration. Le calcul de la répétabilité interne est intégré pour les participants équipés de doublon d'analyseurs. Cet exercice, réalisé sur des stations mobiles de surveillance à part entière, présente l'intérêt pour les participants d'intercomparer leurs résultats sur l'ensemble de la chaîne de mesure (de la ligne de prélèvement à l'acquisition), y compris les procédures de contrôle. Il a permis, en particulier, de mettre en évidence un certain nombre de dysfonctionnements non décelés lors des maintenances préventives.
- **Exercice inter-laboratoire monopolluant** : Cet exercice, dont les objectifs sont identiques, est réalisé en collaboration avec Atmo Picardie sur une station fixe dédiée (Atmo-Picardie/Creil). Chaque inter-comparaison se concentre sur un polluant et ne concerne que les appareils de mesure, déplacés et mis en œuvre sur une station pour l'exercice, mais présente l'intérêt d'être plus léger de mise en œuvre pour les AASQA concernées, et peut donc se dérouler sur une plus longue période. Le doublement des appareils pour chaque participant permet, également, de déterminer la répétabilité intra-laboratoire. Les incertitudes mesurées ici sont représentatives des conditions de fonctionnement en station fixe.

- **Inter-comparaison 2 à 2 moyen mobile/station fixe** : Cet exercice permet d'assurer, en un temps très court, la comparaison entre un « moyen mobile de référence » et une station fixe, et ce pour des valeurs de concentration étendues, en incluant les valeurs limites réglementaires. Il s'agit d'intégrer les stations fixes et de les relier aux stations mobiles intercomparées et ainsi de vérifier le respect des exigences de la Directive et des normes européennes. L'intervalle de confiance externe déterminé pour chaque station de mesure peut être considéré comme une estimation de l'incertitude de mesurage et donc être comparée à la valeur limite d'incertitude fixée par la Directive. Il ne s'agit que d'une estimation car on suppose que le moyen mobile réalise des mesurages exempts de biais systématique ce qui n'est rigoureusement pas exact. Cet exercice permet aussi de répondre à des demandes spécifiques d'AASQA au niveau d'une station donnée, et de réaliser des synthèses/bilan sur la base d'un échantillon représentatif de stations fixes étudiées.

L'un des exercices que propose annuellement le LCSQA aux AASQA consiste désormais en une inter-comparaison de moyens mobiles pour les polluants CO, SO₂, O₃, NO et NO₂ à différents niveaux de concentrations et tout particulièrement au **voisinage des seuils horaires** pour les polluants **NO_x, O₃, SO₂**, et de la **valeur limite sur 8h pour le CO**. Cet exercice correspond à une comparaison inter-laboratoire multi-polluants.

Tableau 1 : Seuils de concentration retenus pour la vérification du respect de l'intervalle de confiance fixé par la Directive Européenne

Polluants	SO ₂	NO	NO ₂	O ₃	CO
Seuils retenus	132 ppb	505 ppb	105 ppb	180 ppb	8,6 ppm

La présente étude rapporte le déroulement de l'exercice d'inter-comparaison de moyens mobiles réalisé en 2016 avec la collaboration d'ATMO PICARDIE et qui a porté sur les polluants CO, SO₂, O₃, NO et NO₂.

2. PRINCIPE DE L'EXERCICE

L'exercice consiste à réunir un ensemble de moyens mobiles de différentes AASQA sur un même site en nombre suffisant en participants et en analyseurs pour permettre l'organisation d'un essai de comparaison inter-laboratoires en accord avec la norme NF EN ISO/CEI 17043 et le recueil des données représentatives au niveau national.

La qualité des mesures des moyens mobiles est ainsi vérifiée dans une configuration habituelle de fonctionnement.

Avant de procéder à l'inter-comparaison, chaque participant réalise son propre étalonnage O₃, NO/NO₂, CO et SO₂ avec des gaz raccordés au niveau 2 ou 1 selon son positionnement au sein de l'organisation de la chaîne nationale d'étalonnage.

L'intérêt de l'exercice pouvant se trouver limité si les concentrations rencontrées dans l'air ambiant lors des périodes de mesure sont trop faibles et peu variables, un dispositif d'alimentation des moyens mobiles conçu de façon à garantir une alimentation en gaz de caractéristiques identiques (même temps de séjour des gaz) à partir d'une matrice air ambiant enrichie par dopage a été mis au point par le LCSQA. Il permet, tout en conservant sa représentativité car le travail est réalisé en matrice réelle (interféréments, humidité, etc.), d'assurer l'exploration d'un domaine étendu de concentrations et de pouvoir déterminer une incertitude de mesure sur toute la plage de mesurage.

Ainsi, lors de l'exercice, l'ensemble des analyseurs présents caractérise le même échantillon d'air via des lignes fluidiques individuelles connectées à des boîtiers de distribution. L'enrichissement des concentrations ambiantes est effectué à l'aide d'un système de dopage afin de balayer une large gamme de concentrations allant au-delà des seuils souhaités. Les essais consistent à générer de l'air ambiant dopé par palier, à raison de plusieurs paliers de 2 h pour chaque polluant seul ou en mélange, afin de disposer d'au moins six valeurs quart-horaires par niveau de dopage

L'approche mise en œuvre pour le traitement des données est définie au sein des normes NF ISO 5725-2 et NF ISO 13 528. Elles permettent de déterminer respectivement l'intervalle de confiance de reproductibilité (ou incertitude de mesure) associé aux mesures fournies par l'ensemble des participants, et un z-score par polluant et niveau de concentration pour chaque participant (voir annexe 1).

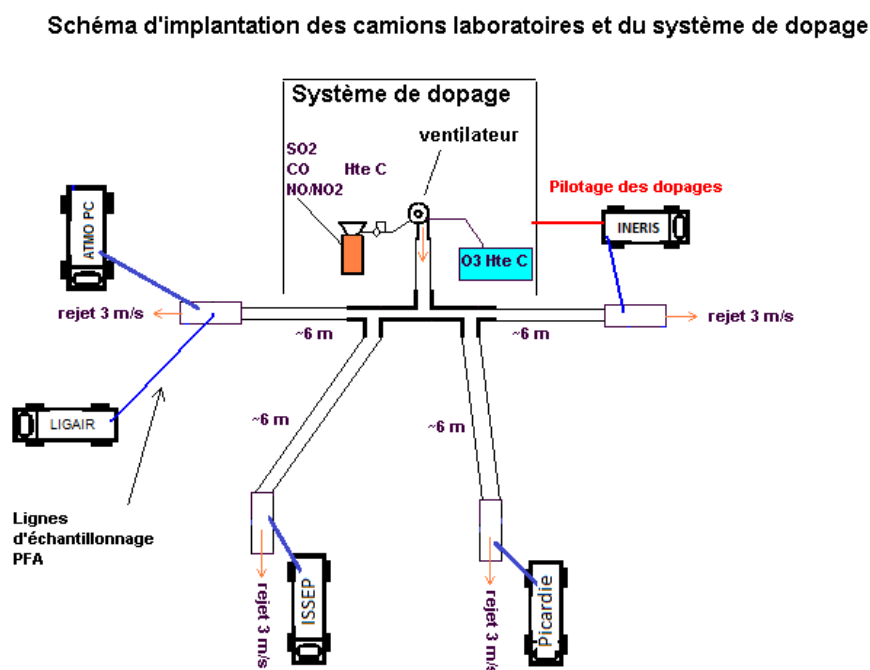
3. PRESENTATION DU DISPOSITIF D'ESSAI

3.1 Description du dispositif de dopage

L'exercice d'intercomparaison de moyens de mesure mobiles implique une distribution de gaz dopé homogène et stable pour l'ensemble des participants.

Un système « pieuvre » doté d'un maximum de quatre branches a été conçu afin que chaque ligne et son boîtier de distribution associé puisse alimenter plusieurs laboratoires mobiles en étant positionné au plus court des trappes d'accès.

Pour l'intercomparaison 2016 à Amiens, le dispositif mis en place comportait 4 axes de distribution selon le schéma ci-dessous.



Les lignes et les boîtiers de distribution sont opaques afin éviter toute influence photochimique.

La figure ci-dessous présente une vue d'un des boîtiers de distribution permettant le raccordement de 24 lignes fluidiques.

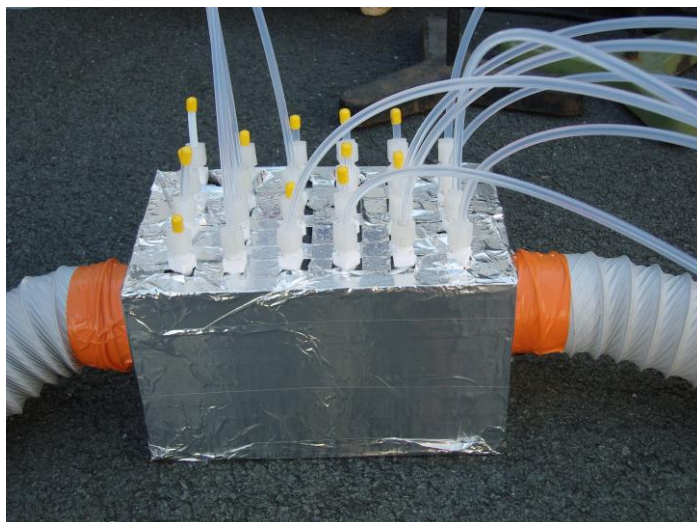


Figure 2 : Boîtier de distribution du gaz

3.2 Mesure du débit et calcul du temps de résidence

Préalablement aux essais de validation, les temps de résidence des gaz dans les lignes fluidiques (PFA 3,2/6,35 mm) reliant les différents boîtiers de distribution et les analyseurs sont déterminés. Pour ce faire, les longueurs des lignes en téflon et les débits de prélèvement des analyseurs sont mesurés.

Le temps de résidence est calculé suivant :

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{\pi \times D^2 \times L}{4 \times Q}$$

où t le temps de résidence en s,

avec Q le débit en m³.s⁻¹,

L la longueur de la ligne en m,

V le volume du tube en m³,

D le diamètre du tube en m

Les débits de balayage des boîtiers sont également contrôlés sur chaque branche du système de distribution afin de vérifier que les temps de résidence sont homogènes dans chaque branche et de l'ordre de 2s.

4. DEROULEMENT DE L'EXERCICE

Les exercices d'inter-comparaison font l'objet d'une planification sur plusieurs années qui intègre les contraintes géographiques, ce qui permet à chaque AASQA de programmer sa participation périodique. Jusqu'à présent, ils sont réalisés sur le site d'une AASQA ayant manifesté le souhait d'accueillir un exercice. Un appel à participation est diffusé à l'ensemble des AASQA qui informent le LCSQA/INERIS de leurs intentions de participation.

Bilan à fin 2016 des intercomparaisons (avec dopage) des laboratoires mobiles nationaux

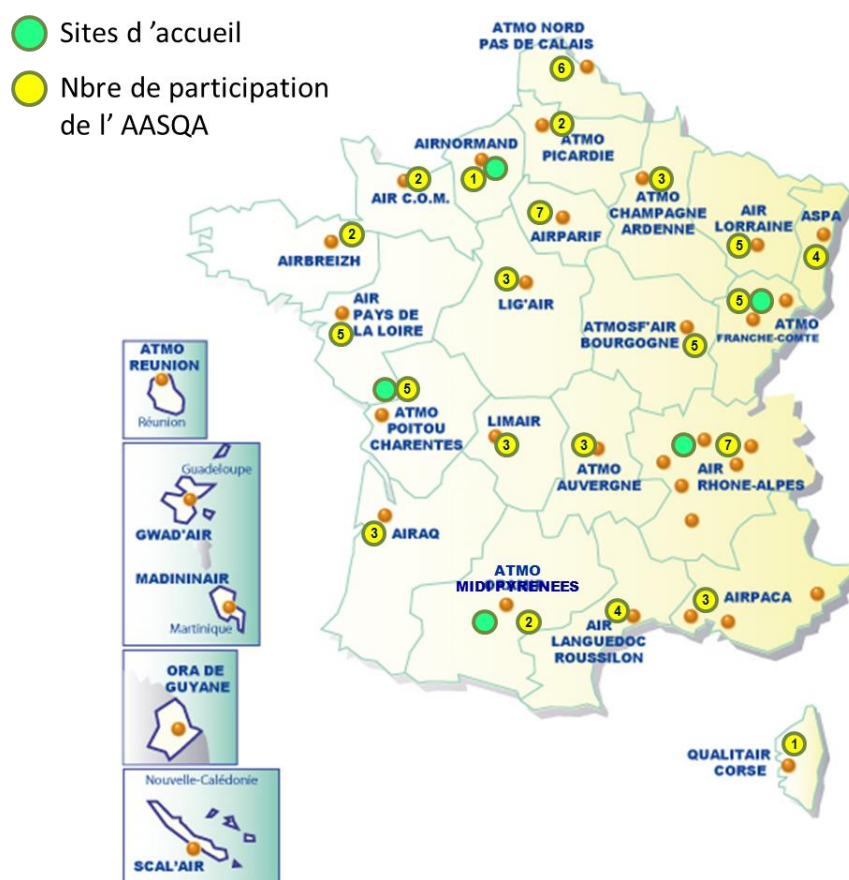


Figure 3 : Bilan à fin 2016 des inter-comparaisons (avec dopage) des laboratoires mobiles

La carte présentée ci-dessus présente le bilan de la participation de chaque AASQA aux exercices d'inter-comparaison de laboratoires mobiles nationaux. On remarquera qu'entre 2005 (année de démarrage des inter-comparaisons) et 2016, toutes les AASQA ont pu participer au moins une fois, avec des nuances dans la fréquence de participation. Les sites d'accueil des inter-comparaisons en métropole sont représentés sur la carte.

4.1 Présentation des participants

Cinq organismes ont répondu favorablement comme participants à cet exercice d'inter-comparaison en 2016 :

- Atmo Picardie, le réseau d'accueil ;
- Lig'Air ;
- Atmo Poitou-Charentes ;
- ISSEP, laboratoire de référence pour la Wallonie (Belgique) ;
- INERIS (LCSQA), organisateur et participant, en charge de la mise en œuvre du système de génération des gaz avec dopage, de l'acquisition et de l'exploitation des résultats.

Les photos ci-après illustrent l'implantation des participants sur le site d'Atmo Picardie, ainsi que le dispositif de distribution des gaz réparti en 4 branches, chacune alimentant 2 moyens mobiles.



Figure 4 : Vues d'ensemble des moyens de mesures mobiles sur le site d'essai

4.2 Liste des analyseurs

Le tableau ci-dessous regroupe les différents analyseurs mis en place par chaque participant durant l'exercice d'inter-comparaison. On comptabilise 33 analyseurs (9 NO_x, 7 SO₂, 7 CO et 10 O₃), tous approuvés par type. Le parc d'analyseurs est constitué d'appareils récents et de marques API (10), Horiba (9), Environnement SA (9), et TEI (5).

Tableau 2 : Liste des analyseurs mis en œuvre lors de l'inter-comparaison

	CO titulaire	CO doublon	SO2 titulaire	SO2 doublon	NOx titulaire	NOx doublon	O3 titulaire	O3 doublon
INERIS	TEI 48i M-CE-15116 Intercomparaisons	API 300 E M-CE-15122 2010 Intercomparaisons	API 100 E M-CE-15124 2010 Intercomparaisons	TEI 43i M-CE-15119 Intercomparaisons	API 200 E M-CE-15315 2010 Intercomparaisons	HORIBA APNA 370 M-CE-15317 Intercomparaisons	TEI 49i M-CE-15118 Intercomparaisons	API 400 E M-CE-15123 2010 Intercomparaisons
ATMO PICARDIE	Horiba APMA 370 6FJPTYGA 2011 Labomobil	/	Environnement SA AF22M 1016 2010 Labomobil	/	API 200 E 1581 2006 Labomobil	API 200 E 1584 2006 Labomobil	API 400 T 264 2012 Labomobil	Environnement SA O342M 359 2006
ISSEP	Horiba APMA 370 FCV0CC0W 2008 Station mobile	Horiba APMA 370 D000WCDV 2008 Station mobile	API 100 E 645 2005 Station mobile	API 101 E 1289-s 2009 Station mobile	Horiba APNA 370 1HTLUDND 2012 Station mobile	Horiba APNA 370 TN9MBXAN 2008 Station mobile	Horiba APOA 370 EGRGKY1M 2014 Station fixe	API 400 A 509 2001 Station mobile
ISSEP	/	/	Horiba APSA 370 JW950MEH 2008 Station mobile	/	/	/	/	/
LIG'AIR	Environnement SA CO12M 1527 2014 Fixe ou mobile	/	/	/	Environnement SA AC32M 355 2004 Moyen mobile	/	Environnement SA O342M 835 2010 Fixe ou mobile	Environnement SA O342M 95 2010 Fixe ou mobile
ATMO POITOU- CHARENTES	Environnement SA CO12M 725 2011 Station fixe	/	Horiba APSA 370 3NT31OFF 2013 Station fixe	/	Environnement SA AC32M 1864 2012 Station fixe	Environnement SA AC32M 1081 2008 Station fixe	TEI 49i 0536415104 2006 Station fixe	TEI 49i CM09400080 2009 Station fixe

4.3 Chronologie de l'exercice

L'exercice a été effectué en cinq étapes :

1. Arrivée des participants du mercredi 16 au vendredi 18 mars : installation, branchements électriques, mise sous tension et mise en chauffe des analyseurs. Installation du système de dopage. Branchement fluidique de l'ensemble des analyseurs via les boîtiers de distribution de gaz mis en place par l'INERIS.
2. Vérification en début de campagne par chaque participant de ses analyseurs grâce à ses propres étalons de transferts, raccordés aux niveaux 2 respectifs de la chaîne nationale d'étalonnage.
3. Vérification des temps de résidence de chaque ligne fluidique.
4. Lorsque tous les analyseurs sont raccordés, une circulation en aveugle de gaz de référence (CO, O₃, SO₂, NO et NO₂) est effectuée sur la journée de lundi (21 mars) ce qui permet de vérifier en début d'exercice la cohérence des mesures entre les niveaux 2 et 3. A ce stade, aucun réglage ni correction ne sont autorisés. Cette opération a été effectuée par les participants pour chaque polluant à l'aide de 2 lots de bouteilles mises à disposition par le LCSQA/INERIS.

Pour chaque polluant le lot de bouteilles comprend une bouteille d'air zéro et 2 bouteilles raccordées au LCSQA/LNE, de concentrations différentes (C1 et C2) et d'incertitudes très proches. Les résultats de cette phase sont présentés au chapitre 6.

5. Campagne d'inter-comparaison durant 3 jours (du 21 au 23 mars) sur les polluants CO, SO₂, O₃, NO_x suivant le tableau de dopage présenté au chapitre 4.6. En fin de campagne, un contrôle limité à la lecture des étalons respectifs est également effectué pour observer d'éventuelles dérives d'appareils.

Cette première partie de l'exercice permet de constituer le jeu de données à partir duquel seront effectués le traitement statistique et la détermination des incertitudes de mesures.

Du 23 au 24 mars, une seconde partie à caractère expérimental a complété l'exercice habituel. Elle a consisté à poursuivre le test du nouveau dispositif de dopage qui prend en compte la tête de prélèvement et la ligne d'échantillonnage des moyens mobiles. Une circulation de gaz de référence est également effectuée en fin de campagne pour observer d'éventuelles dérives d'appareils. Cet exercice est présenté au chapitre 7.

4.4 Alimentation des lignes d'échantillonnage et temps de résidence (étape 3)

Les normes européennes NF EN 14211 pour le NO/NO₂ et NF 14625 / NF ISO 13964 pour l'ozone ont fixé des exigences sur le temps de résidence dans les lignes d'échantillonnage entre le point de prélèvement à l'extérieur et la cellule de mesure de l'analyseur. Ce temps doit être inférieur à 3 secondes.

Chaque analyseur de NO_x et d'O₃ a été alimenté en gaz à l'aide de lignes d'échantillonnage individuelles mises en place par chaque participant et reliées à l'un des boîtiers de distribution de gaz. Les lignes d'échantillonnage installées avaient un diamètre intérieur de 3 mm et 4 boîtiers de distribution (1 boîtier par participant et 1 boîtier partagé par Lig'Air et Atmo Poitou-Charentes) ont été déployés de manière à limiter le temps de séjour dans les lignes.

Le tableau ci-dessous présente les temps de résidence dans les lignes de prélèvement de chaque analyseur. Les temps de résidence sont compris entre 1,2 et 4,9 secondes pour les analyseurs de NO_x et O₃, entre 1,4 et 3,8 secondes pour les analyseurs de SO₂ et de CO. Compte tenu des dispositions décrites plus haut, le temps de réponse de 3 s maximum est respecté pour la majorité des analyseurs de NO_x et O₃. Les analyseurs de NO_x de l'INERIS, d'Atmo Picardie et de l'ISSEP, ainsi que les analyseurs d'ozone de l'ISSEP, ne respectent pas ce critère en raison du faible débit des modèles d'appareils déployés, et de la configuration du camion laboratoire (rack d'analyseurs éloigné d'un accès court au boîtier de distribution des gaz).

Tableau 3 : Bilan des temps de résidence

Participants	CO-1	CO-2	SO ₂ -1	SO ₂ -2	SO ₂ -3	O ₃ -1	O ₃ -2	NOx-1	NOx-2
INERIS	2.8	3.8	3.0	4.4	-	1.2	2.3	4.9	4.55
ATMO Picardie	3.2	-	5.9	-	-	2.6	1.9	4.0	3.9
ISSEP	3.3	3.4	4.7	4.0	2.7	3.5	3.5	3.9	4.3
Lig'Air	1.7	-	-	-	-	1.9	1.6	1.7	-
Atmo Poitou-Charentes	1,4	-	2.9	-	-	1.2	1,3	1.8	2.6

Le temps de résidence dans le dispositif de distribution, mesuré entre le point d'injection des gaz concentrés et les boîtiers de distribution, est de l'ordre de 2 secondes dans chacune des lignes. La distribution des gaz est donc rapide, à des vitesses similaires dans chaque ligne des 4 axes, garantissant ainsi son homogénéité.

4.5 Système d'acquisition numérique

L'acquisition des données s'est faite par liaison numérique et la centralisation via liaison Wifi et l'intermédiaire d'un hub relié au poste central du LCSQA/INERIS. Ce dernier interroge chaque station plusieurs fois par jour afin d'avoir un retour régulier des mesures effectuées dans les différents moyens mobiles et donc de réagir rapidement à tout dysfonctionnement lors de la campagne.

Le suivi des données de mesure a porté sur les valeurs quart-horaires. La stabilité du dopage est contrôlée par le suivi des données instantanées des analyseurs de l'INERIS.

4.6 Systèmes d'étalonnage et de dopage

4.6.1 Gaz pour étalonnages

Les mélanges de gaz pour étalonnages suivants, utilisés par l'INERIS, pour ses propres raccordements (en gras dans le tableau) et aussi pour la mise en œuvre de la circulation aveugle, ont été raccordés au LNE.

Tableau 4 : Gaz étalons mis en œuvre par l'INERIS

Gaz	Bouteille	n°bouteille	niveau de concentration	groupe	concentration	incertitude	date de raccordement
NO	B11	190830	C1		61,6 ppb NO	+/- 1,2 ppb NO	21/01/2016
					61,6 ppb NOx	+/- 1,3 ppb NOx	
		38255			64,4 ppb NO	+/- 1,2 ppb NO	03/02/2016
					64,4 ppb NOx	+/- 1,2 ppb NOx	
		93890	C2		63,3 ppb NO	+/- 1,3 ppb NO	01/02/2016
					63,3 ppb NOx	+/- 1,3 ppb NOx	
		93838			198,0 ppb NO	+/- 2,0 ppb NO	20/01/2016
					198,0 ppb NOx	+/- 2,0 ppb NOx	
		91659			197,3 ppb NO	+/- 2,0 ppb NO	22/01/2016
					197,3 ppb NOx	+/- 2,2 ppb NOx	
		53317			199,1 ppb NO	+/- 2,0 ppb NO	27/01/2016
					199,1 ppb NOx	+/- 2,0 ppb NOx	
SO ₂	B11	212	C1		49,9 ppb SO ₂	+/- 1,7 ppb SO ₂	22/01/2016
					48,9 ppb SO ₂	+/- 1,2 ppb SO ₂	27/01/2016
		219					
		195	C2		49,3 ppb SO ₂	+/- 1,1 ppb SO ₂	21/01/2016
		1295			197,2 ppb SO ₂	+/- 2,0 ppb SO ₂	20/01/2016
					196,5 ppb SO ₂	+/- 2,1 ppb SO ₂	28/01/2016
		191					
		1288			196,0 ppb SO ₂	+/- 2,0 ppb SO ₂	18/01/2016
CO	B11	70361	C1		3,041 ppm CO	+/- 0,028 ppm CO	20/01/2016
		72397			3,034 ppm CO	+/- 0,028 ppm CO	21/01/2016
		176550	C2		3,053 ppm CO	+/- 0,028 ppm CO	20/01/2016
		81209			9,113 ppm CO	+/- 0,068 ppm CO	18/01/2016
		2160			9,173 ppm CO	+/- 0,071 ppm CO	15/01/2016
		115082			9,215 ppm CO	+/- 0,069 ppm CO	18/01/2016
NO ₂	B11	1875	C1		100,4 ppb NO ₂	+/- 1,4 ppb NO ₂	02/02/2016
		1921			100,5 ppb NO ₂	+/- 1,2 ppb NO ₂	03/02/2016
		11119	C2		98,7 ppb NO ₂	+/- 1,3 ppb NO ₂	04/02/2016
		1775			210,4 ppb NO ₂	+/- 2,3 ppb NO ₂	29/01/2016
		10984	C2		205,0 ppb NO ₂	+/- 2,2 ppb NO ₂	01/02/2016
		10989			208,0 ppb NO ₂	+/- 2,5 ppb NO ₂	27/01/2016

4.6.2 Photomètre ozone

Les générateurs d'ozone utilisés comme référence sont des modèles T.E.I. 49 iPS et API T703. Ils ont été respectivement raccordés au LNE les 1er et 5 février 2016. Ils présentaient les caractéristiques d'étalonnage suivantes :

Tableau 5 : Données de raccordement du photomètre ozone

Générateur d'ozone Teledyne T703 n°70730300			Générateur d'ozone 49 iPS n°1308857343		
Date étalonnage : 05 février 2016			Date étalonnage : 1er février 2016		
N° certificat : P151864/63			N° certificat : P151864/62		
Valeur de consigne (nmol/mol)	Concentration en ozone (nmol/mol)	Incertitude élargie (nmol/mol)	Valeur de consigne (nmol/mol)	Concentration en ozone (nmol/mol)	Incertitude élargie (nmol/mol)
0	0,6	1,2	0	-0,1	1,1
25	24,5	1,1	25	24,3	1,5
50	48,5	1,3	50	48,4	1,5
100	97,3	2,3	100	96,5	2,4
150	146,0	3,3	150	144,2	3,3
200	195,0	4,5	200	192,0	4,4
300	291,9	6,5	300	287,7	6,4
400	388,7	8,6	400	383,6	8,5
Coefficient de réglage : 0,999			Coefficient de réglage : 1,037		
Coefficient du background : 0,2			Coefficient du background : 0,0		

4.6.3 Gaz de dopage haute concentration

Les cylindres de gaz à haute concentration utilisés pour les dopages de l'air ambiant sont fournis par Air Liquide. Le tableau ci-dessous regroupe les cylindres des différents polluants. Ces gaz devant être dilués d'un facteur de 1000 à 2000, la concentration de chaque bouteille demandée à Air Liquide est à 5-10 % près, ce qui est largement suffisant. Le titre précis des bouteilles est déterminé a posteriori à partir des données de dilution et de la mesure d'analyseurs métrologiquement conformes.

La génération d'ozone à haute concentration est obtenue grâce à un appareillage LNI dont la tension de la lampe UV peut être modulée en automatique.

Tableau 6 : Caractéristiques des gaz de dopage

Gaz	Type de bouteille	Concentration
NO	B20	1000 ppm
NO ₂	B20	200 ppm
SO ₂	B20	200 ppm
CO	B20	1,7 %

4.7 Dopages réalisés

Seize paliers de dopage ont été programmés durant l'exercice d'inter-comparaison. Le tableau chronologique des dopages est présenté ci-dessous. Les dates et heures de début et de fin de chaque palier sont précisées. Les quarts-horaires transitoires correspondant aux changements de polluant ou de concentrations ont été éliminés des données à traiter statistiquement.

Les neuf premiers essais concernent la génération simultanée des gaz oxydés, ne devant pas réagir entre eux mais pouvant donner lieu à des interférences selon le caractère plus ou moins spécifique des analyseurs.

On rappellera que dans le cas de l’ozone, les concentrations générées subissent l’évolution de l’ozone ambiant dont la concentration s’ajoute à celle générée. Cette évolution n’est pas maîtrisée et conduit à des profils de paliers souvent non stabilisés. Afin de limiter ce phénomène, les dopages d’ozone sont effectués en fin de journée et la nuit.

Les sept paliers suivants ont concerné le NO, généré seul pour éviter sa transformation en contact de l’ozone. Cette transformation a toutefois lieu avec l’ozone naturellement présent dans l’air ambiant utilisé pour la dilution et la distribution des gaz. Les concentrations programmées sont donc sujettes à des variations liées à l’évolution de la concentration de l’ozone ambiant.

4.7.1 Dopage O₃, SO₂, NO₂, CO et NO

Tableau 7 : Séquences de dopage du CO, SO₂, NO₂ et O₃

Date et heure	CO	SO ₂	NO ₂	O ₃
	ppm	ppb	ppb	ppb
21/03/2016 16h45 à 18h30	1,414	16	25	125
21/03/2016 19h00 à 20h45	14,798	163	168	150
21/03/2016 21h15 à 23h00	9,074	132	106	110
21/03/2016 23h30 à 01h15	3,841	101	69	95
22/03/2016 01h45 à 03h30	6,269	68	124	80
22/03/2016 04h00 à 05h45	11,493	42	44	62
22/03/2016 06h15 à 08h00	7,678	85	88	/
22/03/2016 09h00 à 11h00	/	/	140	200
22/03/2016 11h15 à 13h00	/	/	/	250

Tableau 8 : Séquences de dopage du NO

Date et heure	NO
	ppb
22/03/2016 13h45 à 15h30	84
22/03/2016 16h00 à 17h45	210
22/03/2016 18h15 à 20h00	315
22/03/2016 20h30 à 22h15	396
22/03/2016 22h45 à 00h30	490
23/03/2016 01h00 à 02h45	614
23/03/2016 03h15 à 05h00	738

4.8 Suivi temporel des données

Les graphiques de suivi temporel des différents dopages sont présentés en annexe 2.

Les données propres à chaque participant leur ont été communiquées dans les semaines qui ont suivi la fin des essais pour examen et prise de décision de maintien ou retrait du traitement statistique.

5. TRAITEMENT STATISTIQUE

5.1 Traitement des données brutes

Il consiste, dans un premier temps, à faire le tri des données et à ne conserver que les mesures quart-horaires validées, c'est à dire celles correspondant à des paliers de dopage, en ôtant les quart-horaires de transitions entre les paliers, ainsi que les valeurs quarts horaires aberrantes liées à des dysfonctionnements (surchauffe, entrée d'air au niveau des porte-filtres, ...) ou des opérations programmées (zéro automatiques, ...) observés lors de la campagne d'essai. Sont également écartées les données invalidées a posteriori par les participants sur la base de l'examen de leurs seules données et des informations recueillies a posteriori du fonctionnement de leurs analyseurs (par ex. cas d'un analyseur non conforme aux contrôles métrologiques ou d'un dysfonctionnement identifié au retour de l'exercice d'inter-comparaison). A noter que ce dernier cas de figure ne s'est produit que rarement depuis l'organisation des essais d'inter-comparaison.

Ce traitement conduit à la constitution d'un fichier de données par polluant qui est ensuite soumis aux outils statistiques d'élimination de données.

5.2 Traitement statistique des données

L'approche mise en œuvre pour le traitement des données est définie au sein de la norme NF ISO 5725-2 qui permet de déterminer :

- l'intervalle de confiance de reproductibilité (ou incertitude de mesure) associé aux mesures fournies par l'ensemble des participants (norme NF ISO 5725-2) ;
- l'intervalle de confiance de répétabilité individuel, pour les participants dotés d'au moins deux systèmes de mesure par polluant.

Le traitement des données est ensuite poursuivi par la détermination de z-scores selon la norme NF ISO 13 528. Un z-score par polluant est calculé pour chaque participant.

Cette démarche est présentée en annexe 1.

6. RESULTATS

6.1 Circulation en aveugle de gaz pour étalonnage (étape 4)

On rappellera le soin apporté à cette phase préliminaire de l'inter-comparaison dont les résultats sont déterminants au final sur les niveaux d'incertitude calculés (cf. rapport LCSQA/INERIS – Intercomparaison de moyens de mesures mobiles – Exercice 2007. Réf. DRC-07-85112-16871A).

D'une part, les bouteilles pour circulation ont été stockées à température dans le local mis à disposition pour les besoins de l'exercice ; d'autre part, le nombre de concentrations « inconnues » intégrait 2 niveaux de concentration, ce qui permet de mettre en évidence les écarts de linéarité de certains appareils. Une attention particulière a été portée dans le cas du SO₂ en raison de sa sensibilité à l'humidité.

Ensuite, les couples bouteille/détendeur ont été purgés, le détendeur a été maintenu sous pression et la ligne de distribution de chaque bouteille (préalablement passivée) a été de nouveau soumise à un balayage du gaz étalon pendant 30 minutes minimum afin d'évacuer l'humidité déposée dans la ligne en l'absence de débit, ceci dans l'objectif de s'affranchir des phénomènes d'adsorption qui pourraient introduire un biais dans la lecture de la concentration de ce gaz, notamment pour les premiers utilisateurs de ces bouteilles.

Enfin, il a été demandé aux participants de procéder à la lecture des concentrations selon leurs procédures internes de contrôles sur site avant de transmettre leurs résultats. La durée de chaque contrôle a varié de 5 à 20 minutes selon les participants.

Pour l'ensemble des gaz testés, l'écart toléré entre la concentration mesurée et celle attendue est de 4 %. Ce chiffre est déduit des essais d'inter-comparaisons du LCSQA/LNE. Il est reconduit depuis 2008 (date de la mise en place de cette étape de circulation de gaz) après consultation du LNE. Il ne se limite pas aux incertitudes des étalons des participants et des gaz en circulation, mais il intègre l'ensemble des composantes de l'incertitude y compris celle du raccordement de l'analyseur.

Conformément aux nouvelles consignes d'essais, la circulation des étalons aveugles ne comporte plus de « séance de rattrapage » lorsque les écarts des participants excèdent les 4 % tolérés. En effet, la possibilité de repasser les étalons inconnus, voire les propres étalons des AASQA, en cas d'écart excessif, réduisait au final les écarts et faussait la vision des pratiques de chaque participant. Donc, sauf défaillance constatée lors de la circulation ou l'étalonnage de leurs appareils, les écarts présentés par les participants sont définitifs et non corrigés tout au long des essais d'inter-comparaison, et peuvent de ce fait impacter directement le calcul d'incertitude mené sur l'ensemble du groupe de participant. Cette manière de procéder permet d'accéder à des incertitudes de mesures plus proches des conditions réelles de terrain.

Lorsqu'un écart supérieur à 4 % est détecté, l'analyseur en question est conservé pour l'inter-comparaison et l'origine de l'écart (dérive de transfert, non-linéarité de l'analyseur, dysfonctionnement non identifié, ...) est à rechercher par le participant concerné par un examen de l'équipement dès le retour dans son laboratoire de métrologie.

Les figures présentées ci-après regroupent les résultats par polluant et par analyseur des écarts constatés au début et à la fin des deux campagnes d'essais (dopages en boîtiers et dopages en tête de prélèvement). L'écart toléré apparaît sur ces graphiques sous forme de lignes rouges. L'incertitude des étalons des participants est également reprise sur ces graphiques (tracés verts).

6.1.1 Circulation du CO

La circulation de gaz a été effectuée à l'aide de cylindres de concentrations voisines de 3,0 et 8,7 ppm dont les incertitudes ont été déterminées par le LCSQA/LNE (niveau 1 de la chaîne nationale d'étalonnage).

En début de campagne on dénombre 2 appareils (1 Horiba et 1 Environnement SA CO12M) hors tolérance lors de la lecture de la faible concentration.

En fin de campagne, on retrouve l'analyseur Environnement SA initialement identifié, auquel viennent s'ajouter un autre analyseur Environnement SA CO12M et un analyseur TEI, hors tolérance uniquement sur la faible concentration, visiblement sujets à un phénomène de dérive. A noter que l'analyseur Horiba initialement hors tolérance est revenu à un niveau d'écart similaire à celui de la forte concentration.

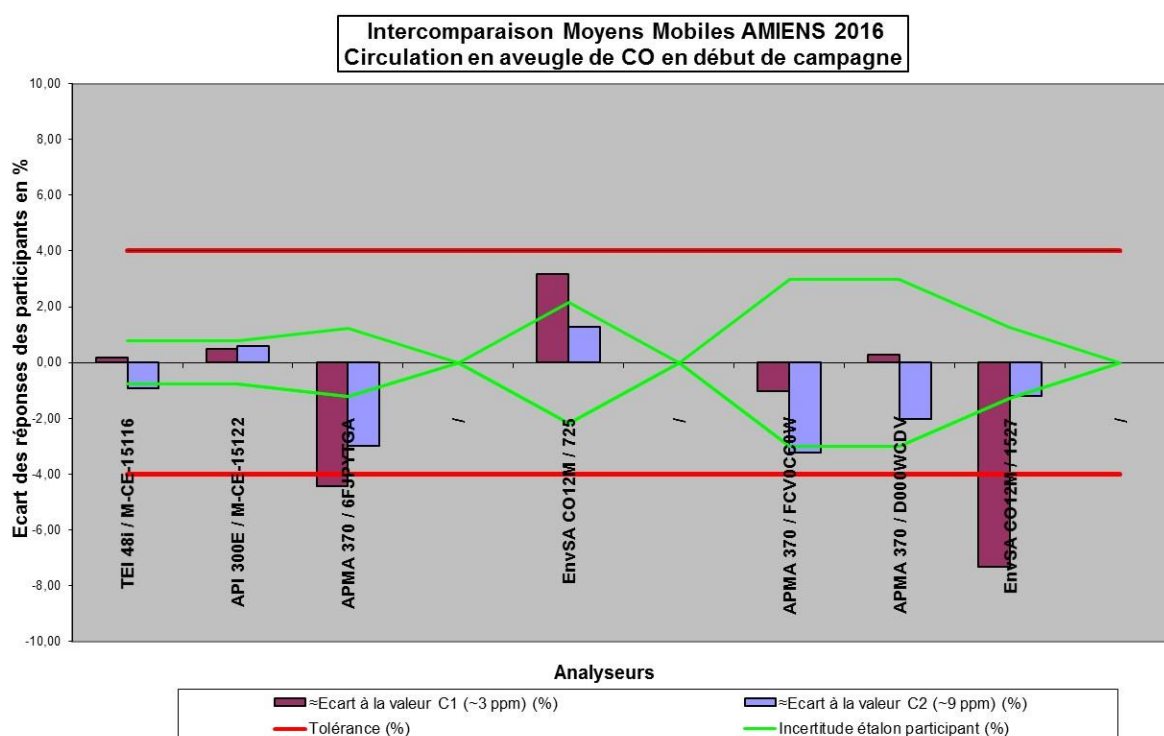


Figure 5 : Circulation en aveugle du CO en début de campagne

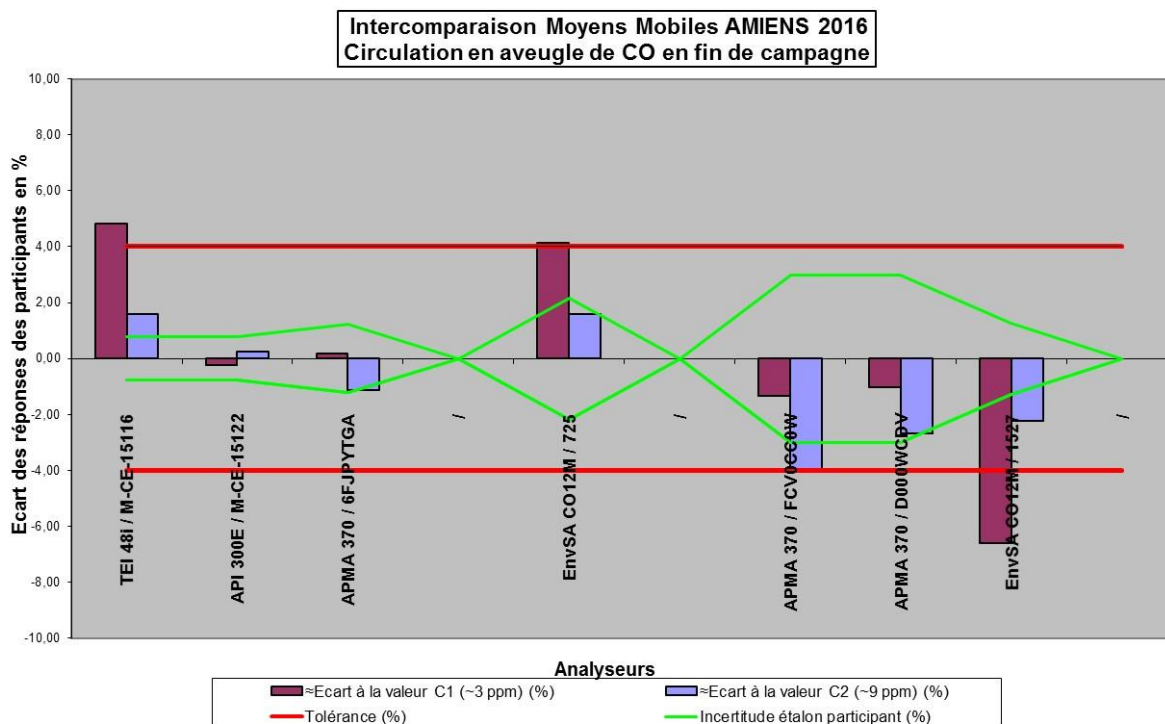


Figure 6 : Circulation en aveugle du CO en fin de campagne

6.1.2 Circulation du SO₂

La circulation de gaz a été effectuée à l'aide de cylindres de concentrations voisines de 45 et 200 ppb dont les incertitudes ont été déterminées par le LCSQA/LNE (niveau 1 de la chaîne nationale d'étalonnage).

En début de campagne, on dénombre 1 analyseur API présentant un écart excédant largement les 4% pour les 2 niveaux de concentration (45 et 195 ppb), et 1 analyseur Horiba présentant un écart excessif pour la faible concentration. Ce dernier appareil nécessite un temps de calibration relativement long pour atteindre la stabilité à ce niveau de concentration, ce qui pourrait expliquer l'écart observé.

On soulignera ce résultat particulièrement satisfaisant en comparaison des années antérieures où en règle générale une majorité d'analyseurs présentaient une sous-estimation importante à faible concentration. Il confirme la nécessité de respecter la procédure mise en place en 2014 et les dispositions spécifiques au SO₂ seront désormais systématiquement reconduites. Pour mémoire, elles ont consisté à équiper les bouteilles étalons de leurs manodétendeurs et à procéder aux manipulations de purges bien avant la circulation du SO₂, puis de laisser l'ensemble sous pression jusqu'à utilisation. Préalablement à leur utilisation dans la circulation d'étalons en aveugle, les bouteilles de SO₂ sont laissées débiter à 1 L/min durant au moins ½ heure dans le but de purger complètement le détendeur de son humidité et de garantir la passivation de la ligne fluidique en Teflon aux premiers utilisateurs. Enfin, les participants ont pour consigne de ne pas fermer les bouteilles lors de la phase de circulation du SO₂ afin de laisser en permanence le manodétendeur sous pression.

Après le contrôle en aveugle de fin de campagne, aucun écart supérieur à 4% n'est relevé. Il est vraisemblable que les écarts observés sur l'appareil API en début de campagne soient liés à un temps de chauffage insuffisant, cet appareil ayant remplacé en début d'exercice un analyseur défaillant.

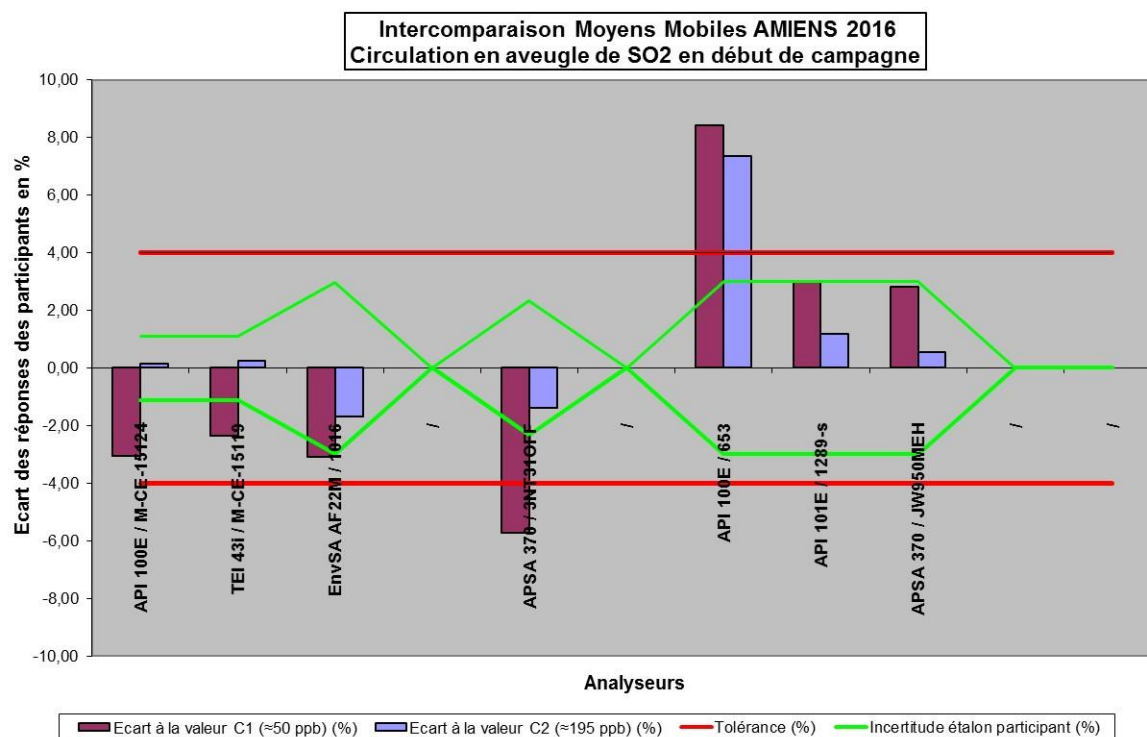


Figure 7 : Circulation en aveugle du SO₂ en début de campagne

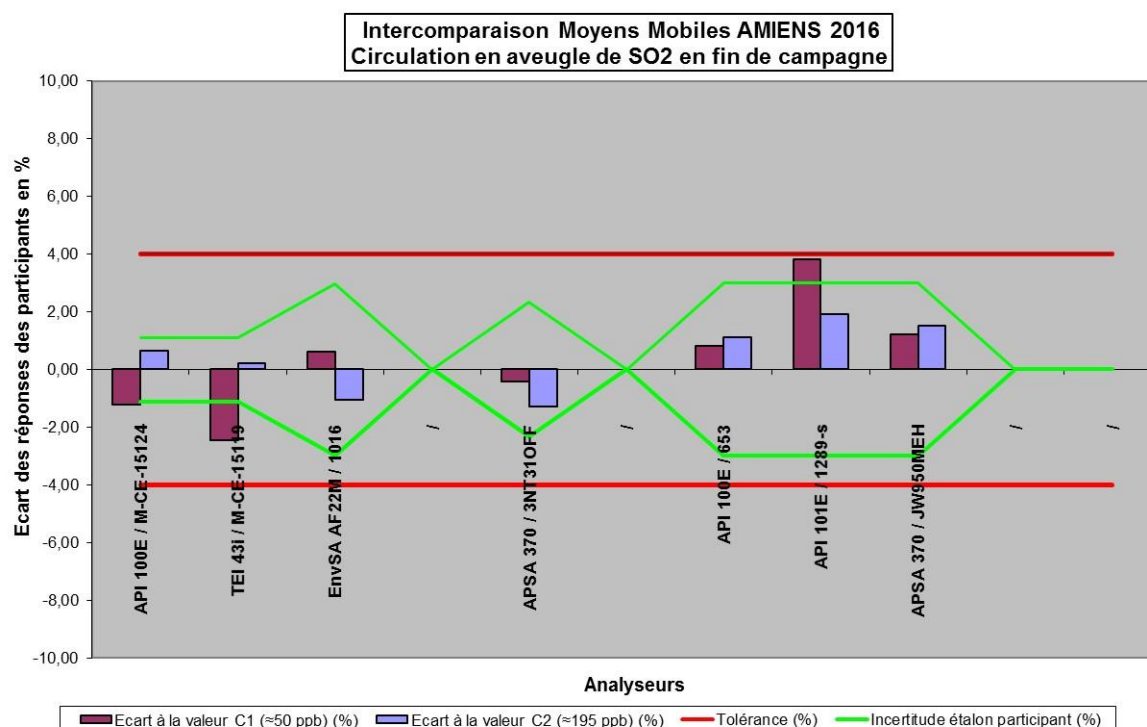


Figure 8 : Circulation en aveugle du SO₂ en fin de campagne

6.1.3 Circulation du photomètre ozone

La circulation de gaz a été effectuée à l'aide de 2 photomètres étalons, dont les incertitudes ont été déterminées par le LNE, à des concentrations de l'ordre de 100 et 200 ppb.

En début de campagne, on recense 1 analyseur Horiba présentant un écart excessif pour les 2 niveaux de concentration (100 et 400 ppb). Ce constat se confirme en fin de campagne avec des écarts encore plus importants. Cet analyseur étant la référence interne du participant, celui-ci est calibré dans ses propres laboratoires avant l'intercomparaison. Il n'a donc pas eu la possibilité d'être recalibré sur site. Un décalage des étalons mis en œuvre et une légère dérive peuvent expliquer l'origine des écarts observés.

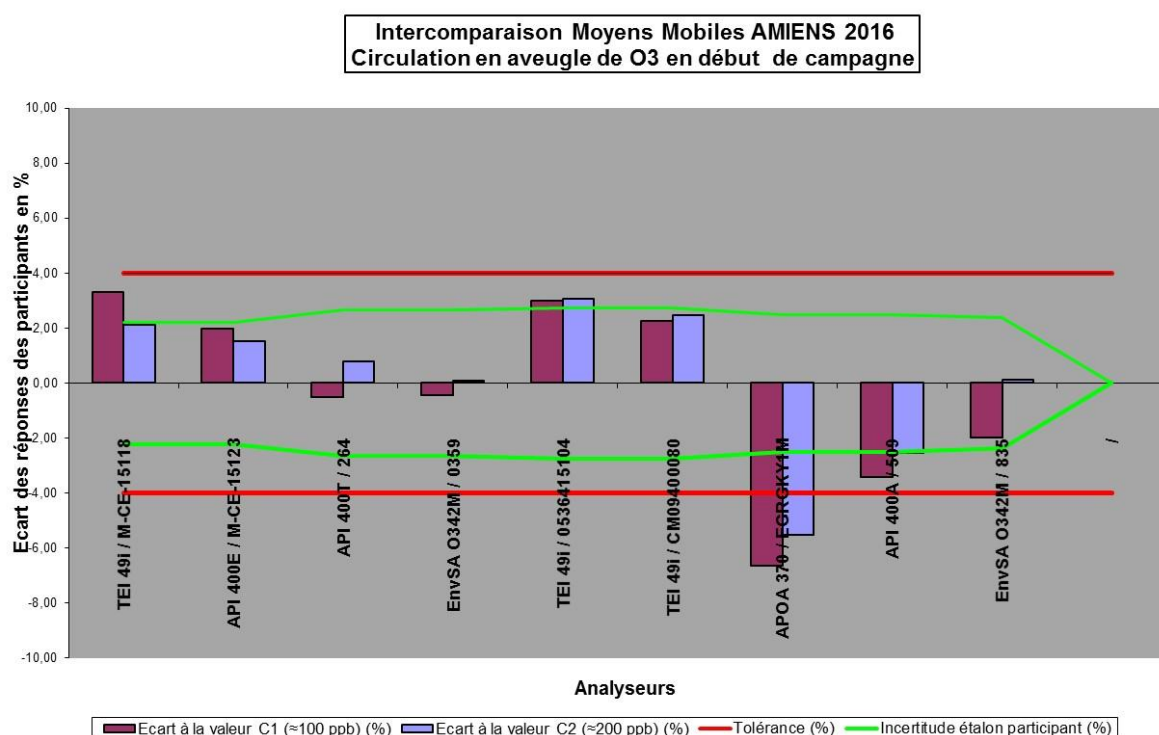


Figure 9 : Circulation en aveugle de O₃ en début de campagne

Intercomparaison Moyens Mobiles AMIENS 2016
Circulation en aveugle de O₃ en fin de campagne

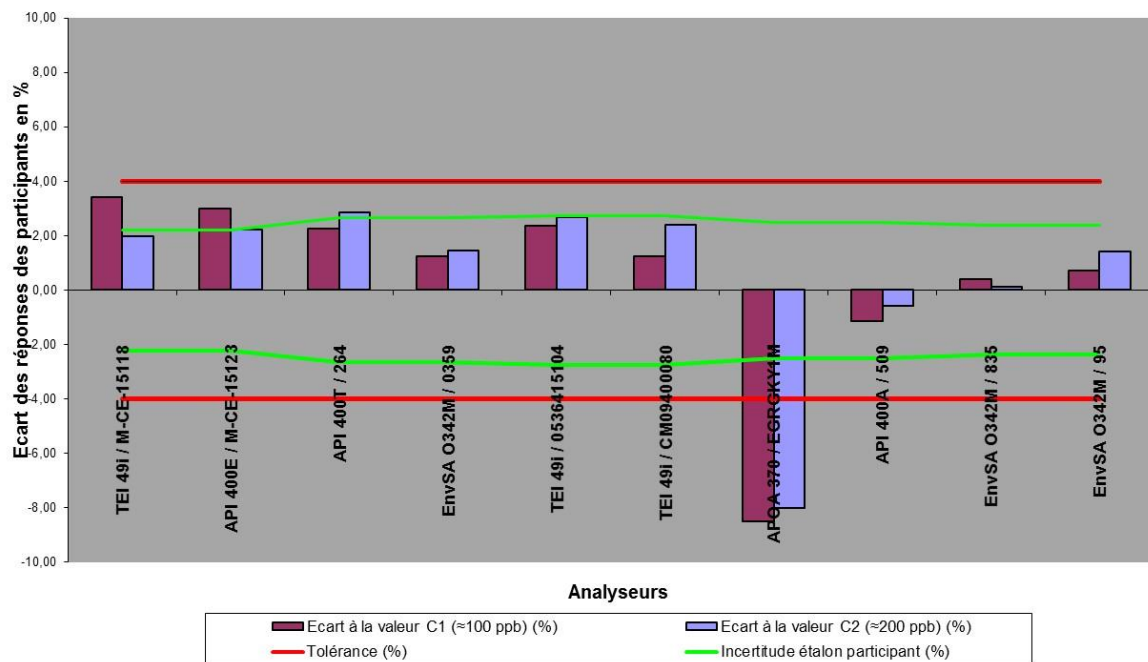


Figure 10 : Circulation en aveugle de O₃ en fin de campagne

6.1.4 Circulation du NO

La circulation de gaz a été effectuée à l'aide de cylindres de concentrations d'environ 80 et 200 ppb dont les incertitudes ont été déterminées par le LCSQA/LNE (niveau 1 de la chaîne nationale d'étalonnage).

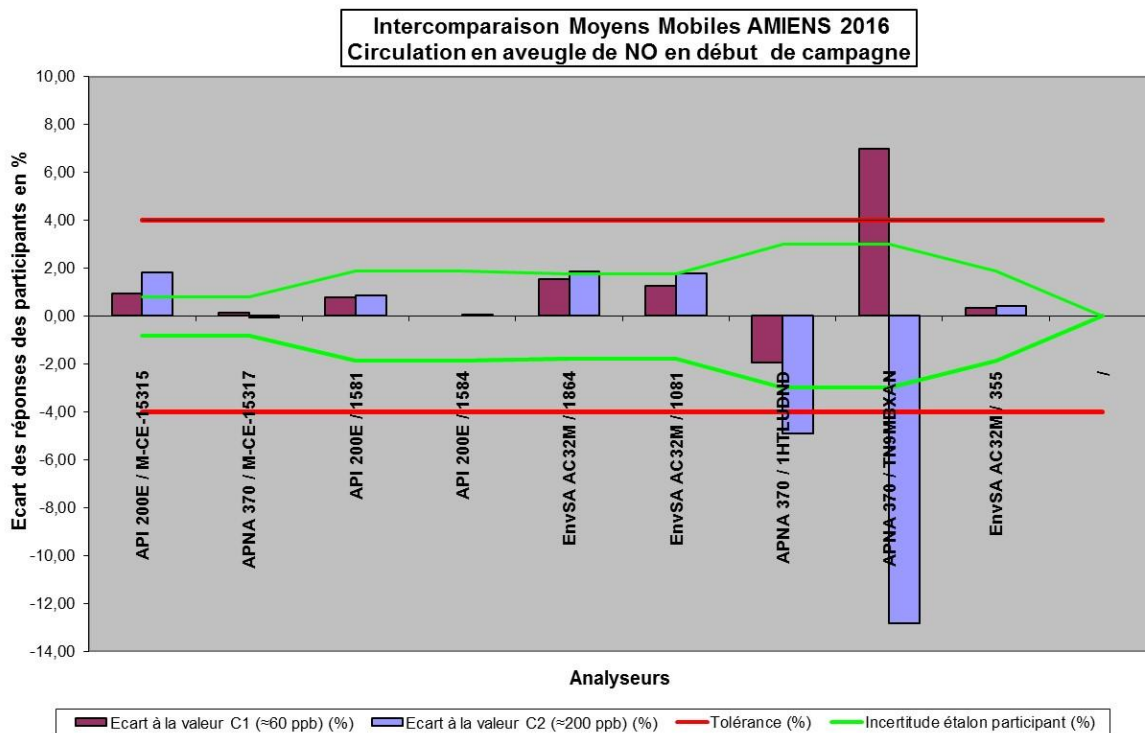


Figure 11 : Circulation en aveugle du NO en début de campagne

On constate qu'en début de campagne, 2 appareils Horiba s'écartent des 4 % tolérés, dont l'un présente une surestimation de la forte concentration et une importante sous-estimation de la faible concentration. Conformément à la règle établie, sans dysfonctionnement identifié, cet analyseur a été conservé en l'état pour la première phase de dopage au niveau des boîtiers de distribution. Par contre, vu l'importance des écarts, et compte-tenu du manque de temps de chauffe cet analyseur (mis en place la matin même de l'exercice de circulation de gaz en aveugle, un ré-étalonnage a été autorisé avant la seconde phase de dopage au niveau des têtes de prélèvement afin de vérifier l'origine de ces écarts. Cette action a eu pour effet de recalibrer l'analyseur pour la circulation en fin de campagne, démontrant un mauvais étalonnage en début de campagne.

En fin de campagne, l'ensemble des analyseurs respectent les 4% tolérés.

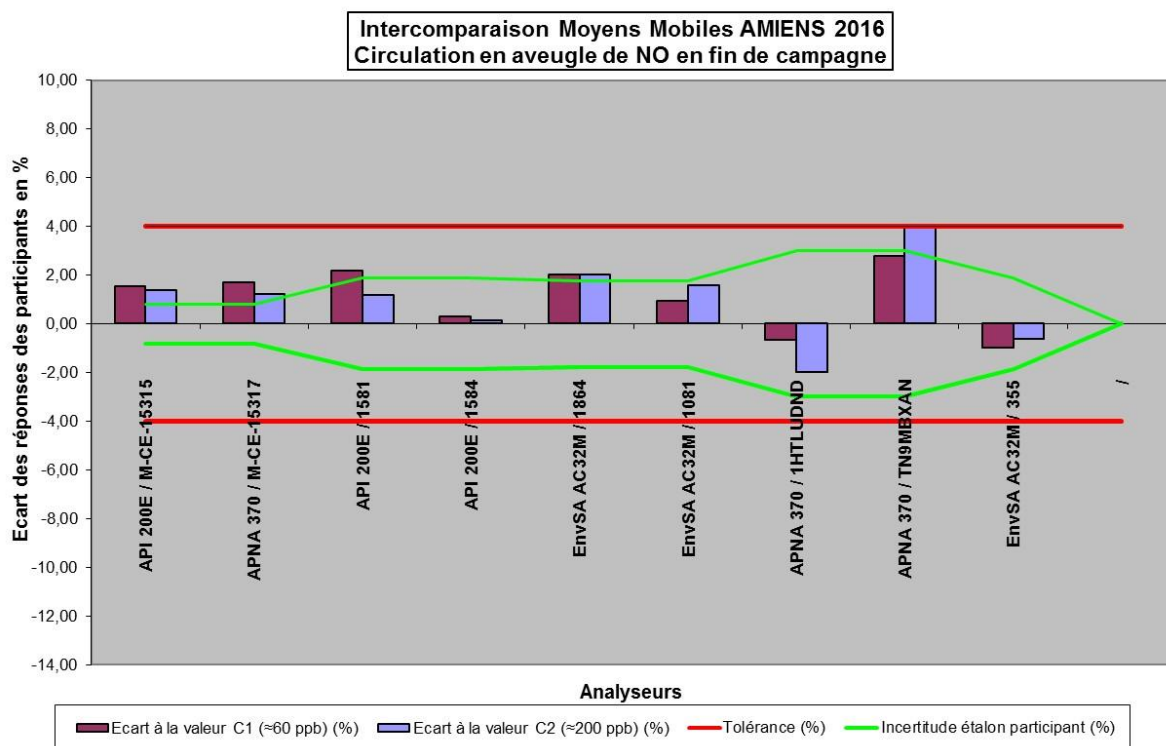


Figure 12 : Circulation en aveugle du NO en fin de campagne

6.1.5 Circulation du NO₂

La circulation de gaz a été effectuée à l'aide de cylindres de concentrations d'environ 100 et 195 ppb dont les incertitudes ont été déterminées par le LCSQA/LNE (niveau 1 de la chaîne nationale d'étalonnage). Elle a pour objectif de tester l'efficacité du four de conversion.

On constate en début de campagne, qu'un premier passage des étalons conduit à un écart excessif pour les 2/3 des analyseurs (6 sur 9) dans le cas de la faible concentration (100 ppb). Pour la concentration plus élevée (195 ppb), les écarts sont un peu moins nombreux (2 sur 9) et portent sur 2 appareils API. Ces écarts sont logiquement négatifs car le rendement du four de conversion d'un analyseur de NO_x peut être compris entre 95 et 100%. Les dépassements observés s'échelonnent de -9% à +2%.

En fin de campagne, on note une légère amélioration. On ne dénombre que 5 analyseurs en dehors des tolérances pour la faible concentration et 1 pour la forte concentration. Ces résultats sont similaires à ceux observés depuis la mise en place d'une circulation de NO₂. Ils devraient s'améliorer à compter de 2017 avec la mise en place de mano-détendeurs à faible volume mort qui réduisent fortement le temps de stabilisation des mesures.

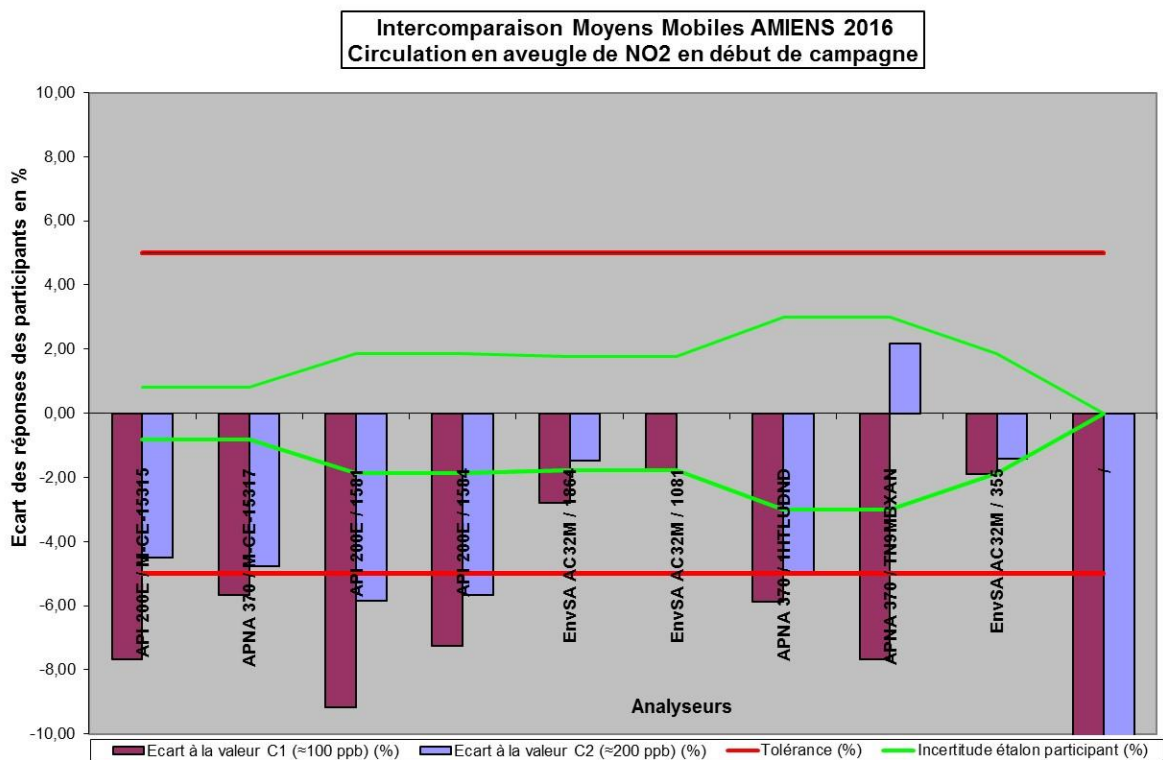


Figure 13 : Circulation en aveugle du NO₂ en début de campagne

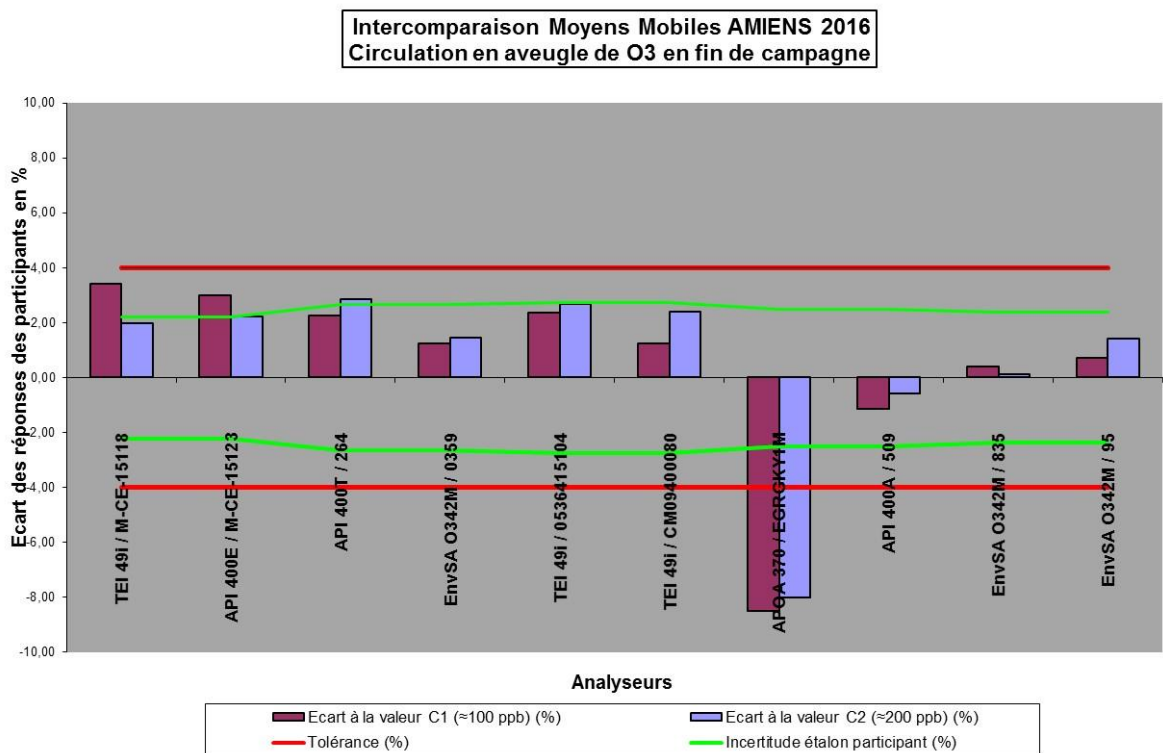


Figure 14 : Circulation en aveugle du NO₂ en fin de campagne

6.1.6 Bilan de la circulation des gaz étalons en aveugle

Le tableau suivant dresse le bilan des écarts significatifs observés, c'est à dire supérieurs à l'incertitude de mesure globale estimée à +/- 4 % pour le CO, le SO₂, le NO, l'ozone, et +/- 5 % pour le NO₂ lors de la circulation des bouteilles pour étalonnage.

Pour chaque polluant, les résultats sont donnés sur des lignes distinctes pour la concentration basse puis la concentration haute.

Tableau 9 : Ecart observés lors des transferts communs

/ niveau	Nombre d'analyseurs	Nombre d'écarts observés	
		en début de campagne	en fin de campagne
[CO] basse	7	2	3
[CO] haute		0	0
[SO ₂] basse	7	2	0
[SO ₂] haute		0	0
[O ₃] basse	10	1	1
[O ₃] haute		1	1
[NO] basse	9	1	0
[NO] haute		2	0
[NO ₂] basse	9	6	5
[NO ₂] haute		5	1

Ces écarts ont été observés immédiatement après l'étalonnage des analyseurs par les AASQA avec leurs propres gaz d'étalonnages de niveau 2 ou 3. Sur l'ensemble du parc d'analyseurs, la grande majorité des écarts constatés est nettement inférieure à l'incertitude tolérée sur la mesure des analyseurs (4% pour CO, SO₂, NO et O₃ ; 5% pour NO₂).

Dans l'ensemble, on constate quelques écarts importants, peu fréquents et pour lesquels les causes ont été identifiées (dérive, temps de chauffe insuffisant, référence non modifiable). On note également que les analyseurs de SO₂ présentent depuis l'exercice 2014 un nombre d'écarts réduits par rapport aux années antérieures, avec cette année la particularité d'être du même ordre que ceux des autres polluants. Cette nette amélioration s'explique par les précautions particulières appliquées aux bouteilles étalons et sans doute au soin pris par les participants lors de la phase de lecture de ces bouteilles compte tenu de l'évolution des consignes d'essais (lecture unique des étalons en aveugle).

Au global, l'étendue des écarts avant essais traduit le niveau d'incertitude que le dispositif national permet d'obtenir en pratique au niveau 3 dans les conditions d'essais rencontrées lors de cette campagne.

6.2 Observations spécifiques

Peu d'incidents ou dysfonctionnements ont été relevés au cours de la campagne de dopage :

- 1 analyseur de SO₂ défaillant (carte électronique HS) dès l'installation, et remplacé pour le début de l'inter-comparaison ;
- quelques zéros de référence automatiques non programmés à l'horaire demandé ;

- un défaut aléatoire sur un analyseur d'ozone en début de campagne (absence de mesures) et sa résolution sans intervention de l'opérateur.

Les résultats de mesures induits par ces quelques dysfonctionnements ont été éliminés de la grille de résultats avant l'application des tests statistiques de Cochran et Grubbs.

6.3 Intervalle de confiance externe

L'exploitation statistique des données de mesures pour chaque palier de dopage conduit à l'estimation de l'intervalle de confiance externe (ou de reproductibilité), soit l'incertitude de mesure et de ses composantes.

Les figures qui suivent présentent le tracé de l'écart type de reproductibilité S_{Rj} et de ses composants (écart type de répétabilité S_{rj} et inter-laboratoires S_{Lj}) en fonction de la concentration moyenne générale des résultats de mesures des participants du polluant considéré pour chaque palier de dopage, et après élimination des valeurs aberrantes par les tests statistiques.

Le tracé de l'intervalle de confiance de reproductibilité externe (I_{CR}) est également représenté en fonction de la concentration, dans les deux cas de figures évoqués ci-dessus. Il est déterminé de la façon suivante :

$$I_{CR} = t_{(1-\alpha/2)} \cdot S_{Rj}^2$$

avec $t_{(1-\alpha/2)}$ le fractile de la loi de student à $np-1$ degré de liberté et ici $\alpha = 0,05$

La comparaison de cet intervalle à la valeur d'incertitude élargie prescrite au niveau de la valeur réglementaire permet de juger de la qualité des pratiques des participants, du matériel mis en œuvre ainsi que des étalons de transfert.

Les valeurs réglementaires des divers polluants sont reportées sur ces graphiques afin de visualiser le niveau des écarts correspondants.

6.3.1 CO

La figure 15 montre que l'écart-type de reproductibilité (S_{Rj}) est construit à partir de la contribution partagée des écart-types de répétabilité et inter-laboratoires-.

Le tracé de l'intervalle de confiance (figure 16) externe (appelé dans la suite du document intervalle de confiance) suit un profil décroissant régulier. Il présente un intervalle de confiance inférieur à 15 % dès les faibles concentrations (2 ppm), et affiche une incertitude de 4,5 %, en deçà de l'exigence européenne à la valeur limite 8h en CO.

Ecart-type de répétabilité interlaboratoires et de reproductibilité en CO après tests de Cochran & Grubbs

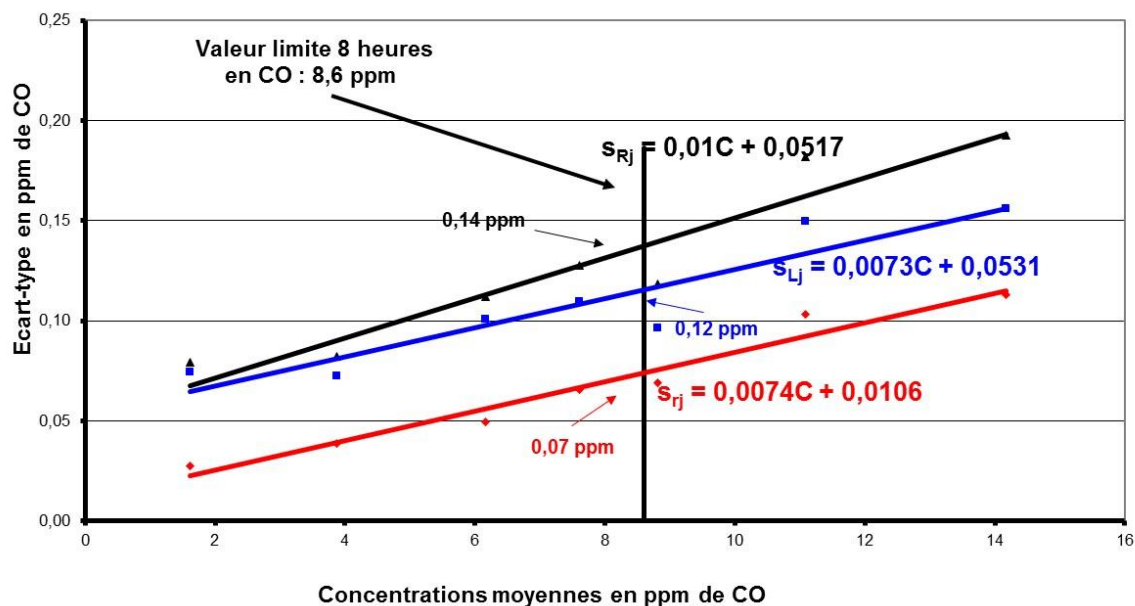


Figure 15 : Evolution des écart-types avec la concentration en CO

Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant CO après tests de Cochran & Grubbs

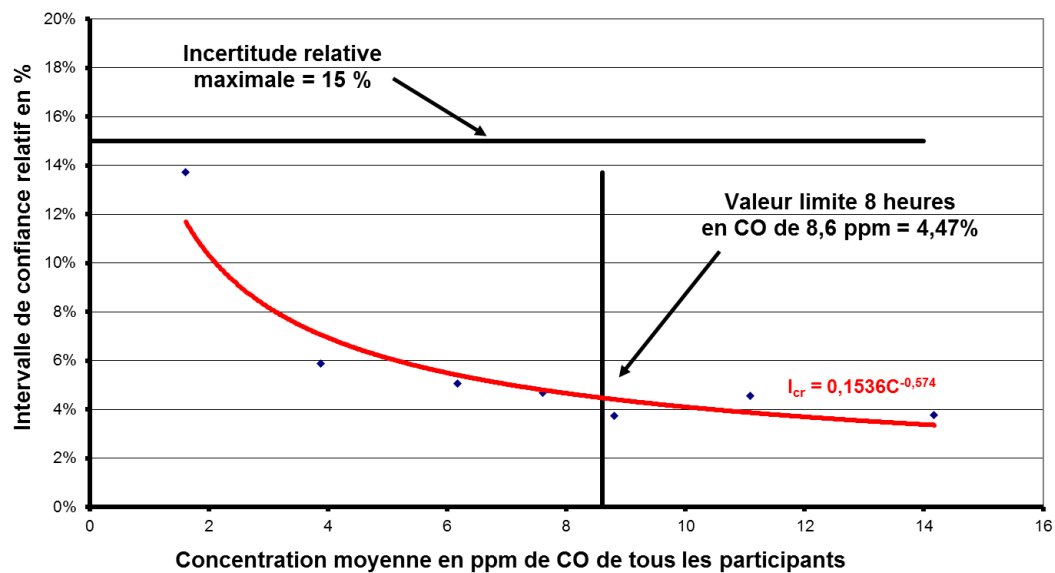


Figure 16 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en CO

6.3.2 SO_2

La figure 17 présente la contribution des écart-types de répétabilité et inter-laboratoires à l'écart-type de reproductibilité (S_{Rj}) qui est de l'ordre de 3,4 ppb à la valeur limite horaire.

Le tracé de l'intervalle de confiance (figure 18) suit une courbe décroissante régulière et affiche une incertitude de 8,9 %, inférieure à l'exigence européenne à la valeur limite horaire en SO_2 .

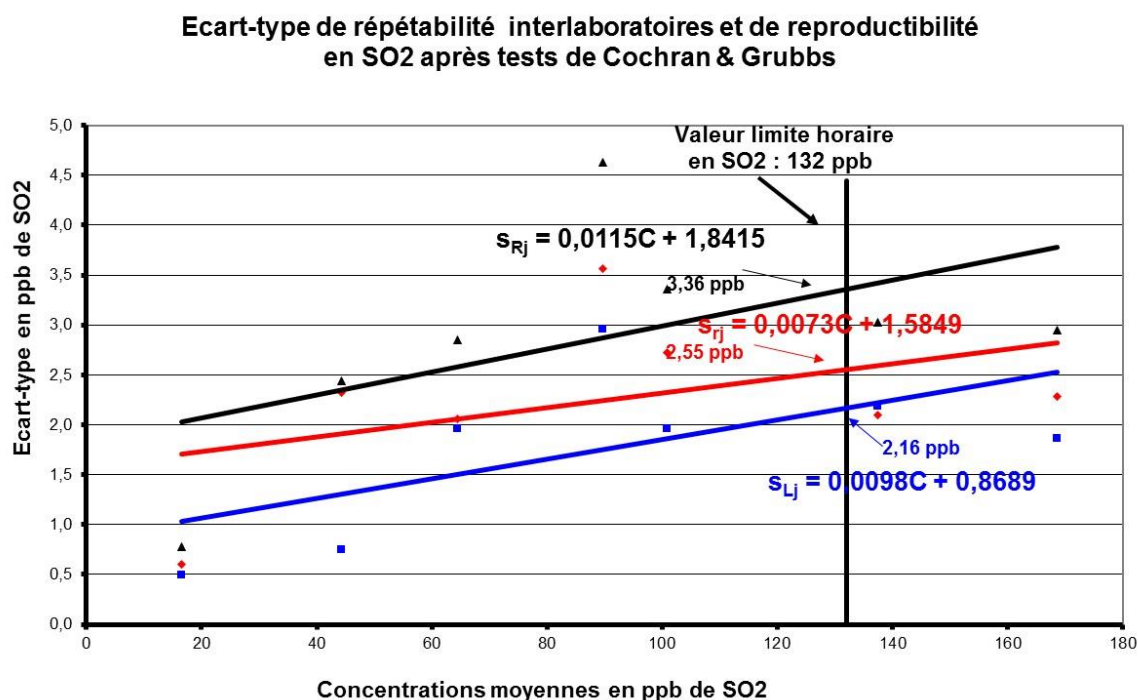


Figure 17 : Evolution des écart-types avec la concentration en SO_2

Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant SO₂ après tests de Cochran & Grubbs

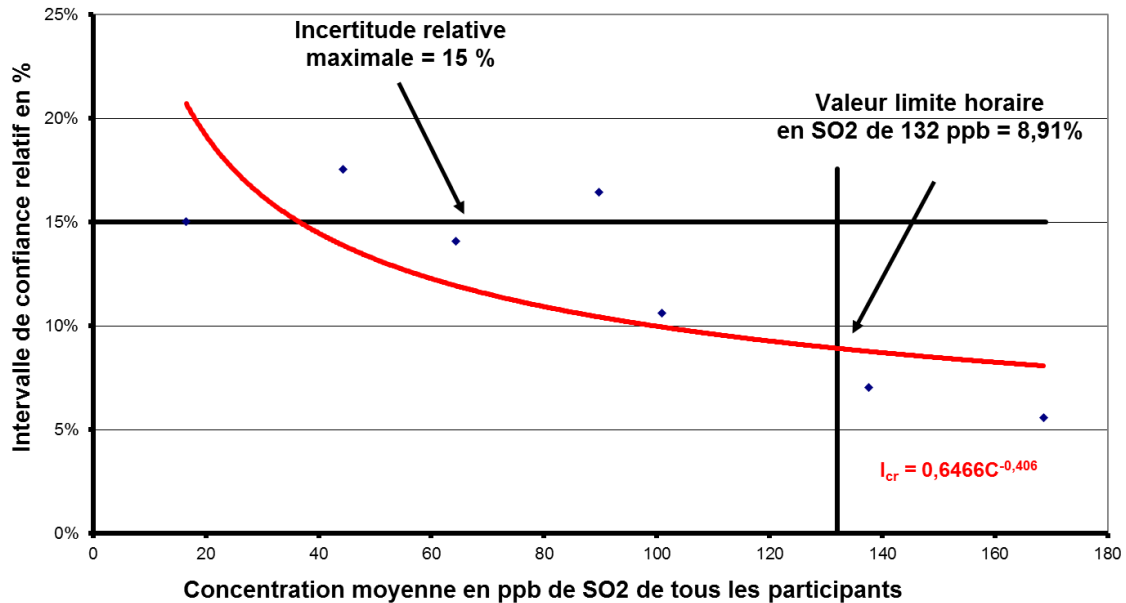


Figure 18 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en SO₂

6.3.3 Ozone

L'écart-type de répétabilité (S_{rj}) a tendance à être constant, tandis que l'écart-type interlaboratoire (S_{Lj}) a une tendance croissante et contribue majoritairement à l'écart-type de reproductibilité (figure 20).

Ecart-type de répétabilité interlaboratoires et de reproductibilité en O₃ après tests de Cochran & Grubbs

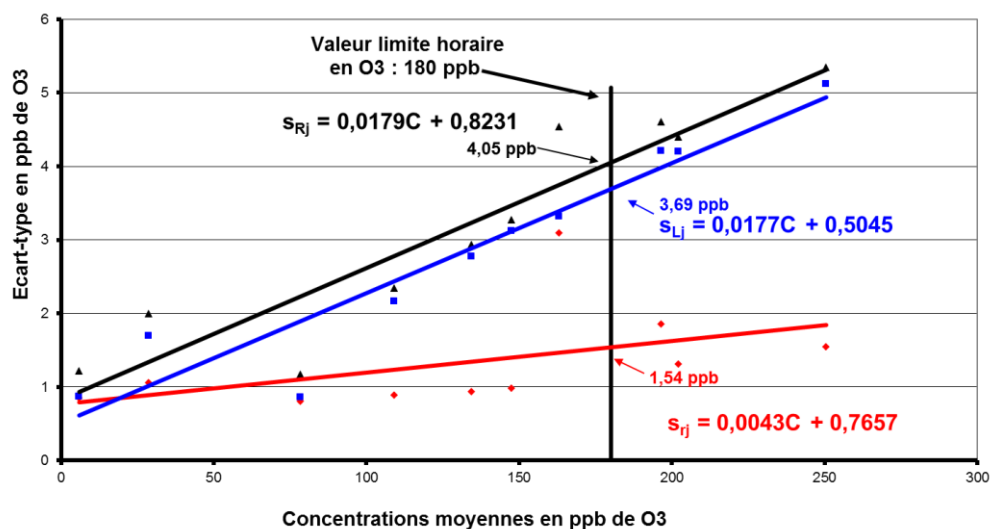


Figure 20 : Evolution des écart-types avec la concentration en O₃

La figure 21 présente la courbe de tendance de l'intervalle de confiance en fonction de la concentration moyenne en O₃.

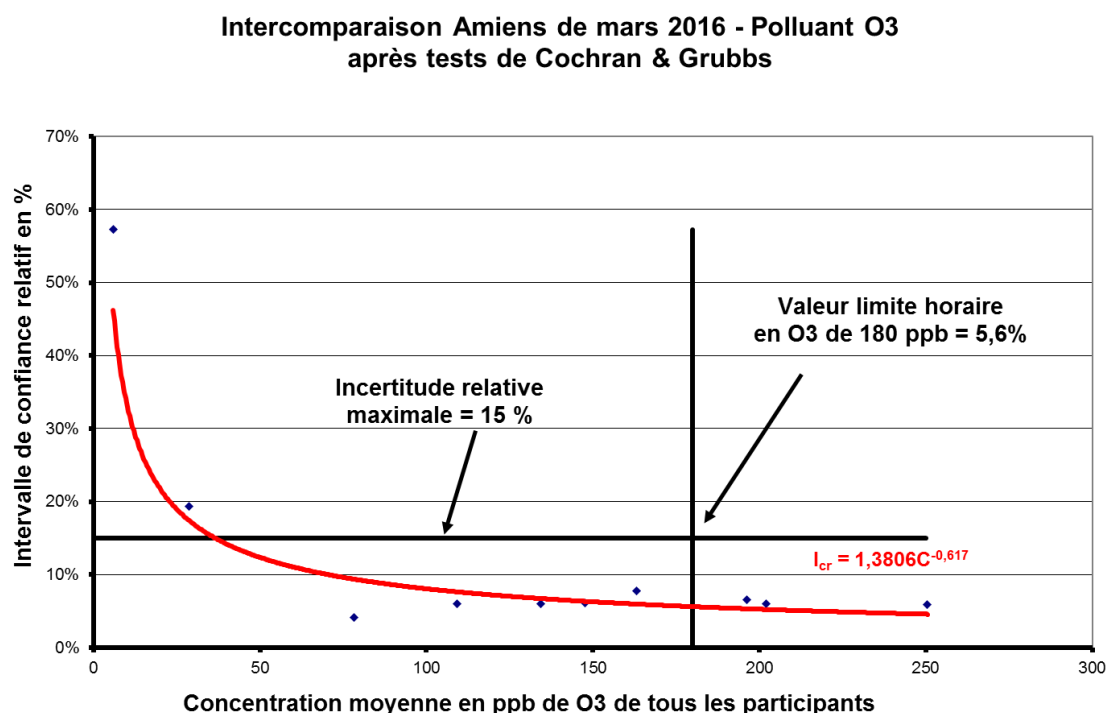


Figure 21 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en O₃

On relèvera en particulier que l'intervalle de confiance est inférieur aux 15 % exigées dès les premières concentrations (50 ppb). Ce faible niveau de concentration a été obtenu en l'absence de dopage, lors des mesures du niveau de fond local. On retiendra que l'exigence de 15 % d'incertitude fixée par la Directive Européenne est respectée, l'intervalle de confiance expérimental déterminé étant de 5,6 % à la valeur limite horaire de 180 ppb. On notera enfin que cette conclusion s'applique également aux autres seuils de concentration de 90 ppb (seuil d'information) et 120 ppb (seuil d'alerte horaire sur 3 heures).

6.3.4 NO

De la figure 22, il ressort que l'écart type de reproductibilité (SRj) de la mesure du NO dans les conditions de l'inter-comparaison est égal à 17,8 ppb à la pseudo-valeur limite horaire mentionnée dans la norme EN 14211 § 8.4.2.1 (concentration en NO accompagnant une concentration de NO₂ proche de la valeur limite).

Ecart-type de répétabilité interlaboratoires et de reproductibilité en NO après tests de Cochran & Grubbs

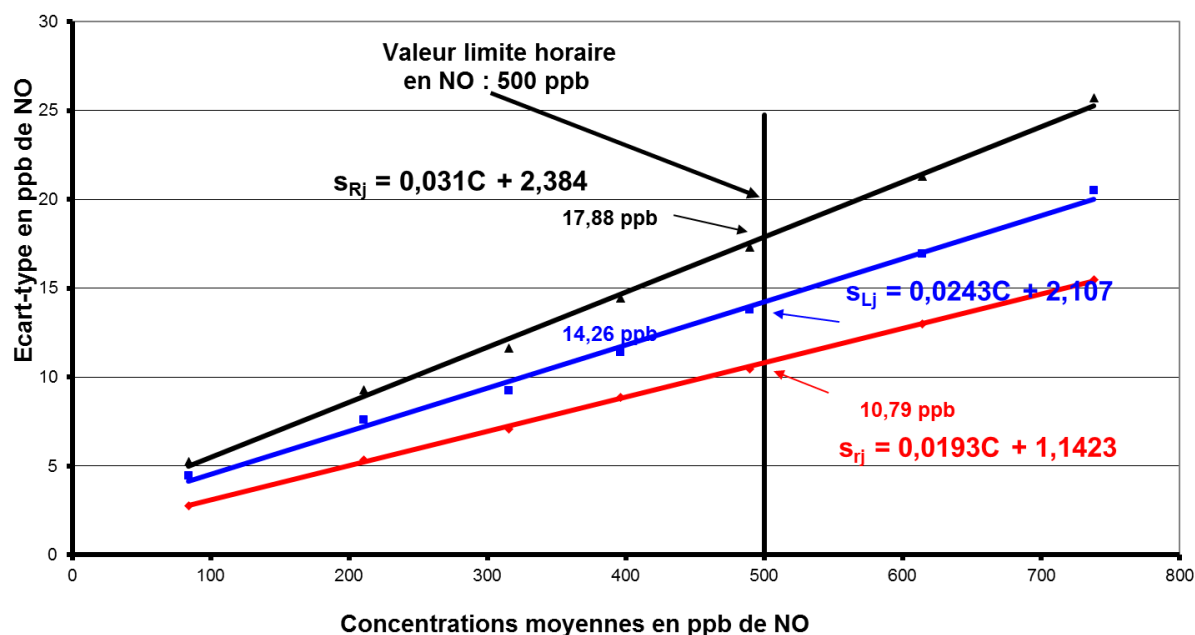


Figure 22 : Evolution des écart-types avec la concentration en NO

De la figure 23, on relèvera des incertitudes de mesures inférieures aux 15% exigées par la Directive Européenne, et ce dès les premières concentrations générées (150 ppb).

L'incertitude de reproductibilité des mesures à la pseudo valeur limite horaire en NO de 505 ppb est de 9,9 %.

Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO après tests de Cochran & Grubbs

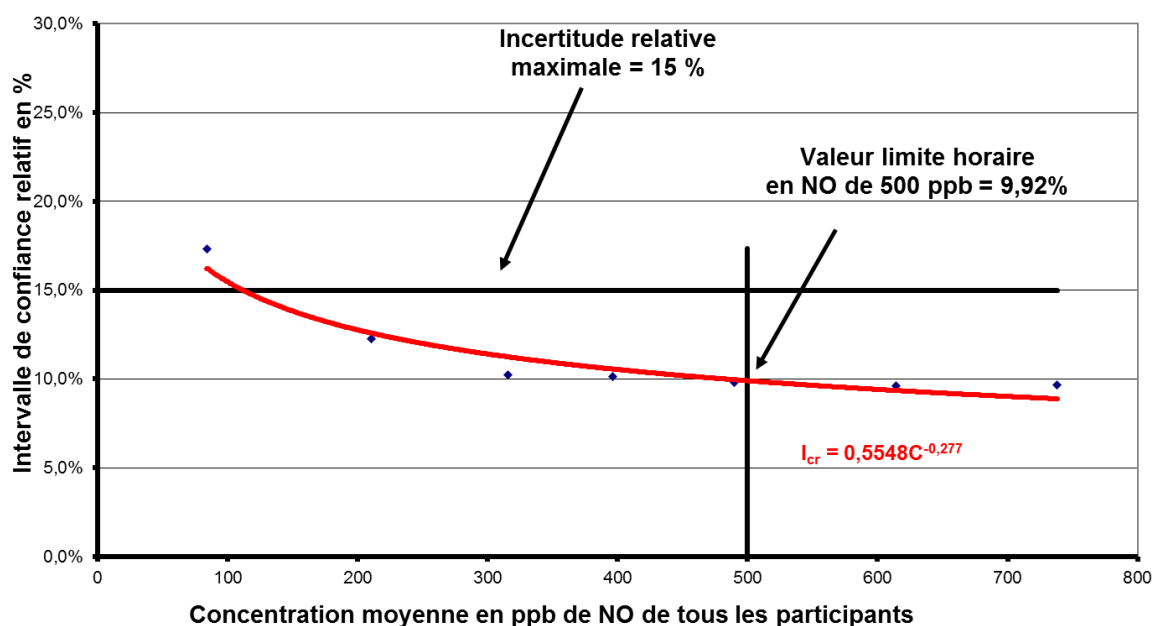


Figure 23 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en NO

6.3.5 NO_2

Une série de dopage en NO_2 a été effectuée en l'absence de NO afin de déterminer son intervalle de confiance propre.

La figure 24 indique que l'écart-type interlaboratoire (S_{Lj}) contribue majoritairement à l'écart-type de reproductibilité (S_{Rj}) qui est de 2,7 ppb à la valeur limite horaire de 105 ppb.

Dans ces mêmes conditions, on note une valeur de l'intervalle de confiance de reproductibilité à la valeur réglementaire de l'ordre de 6,6 % (figure 25).

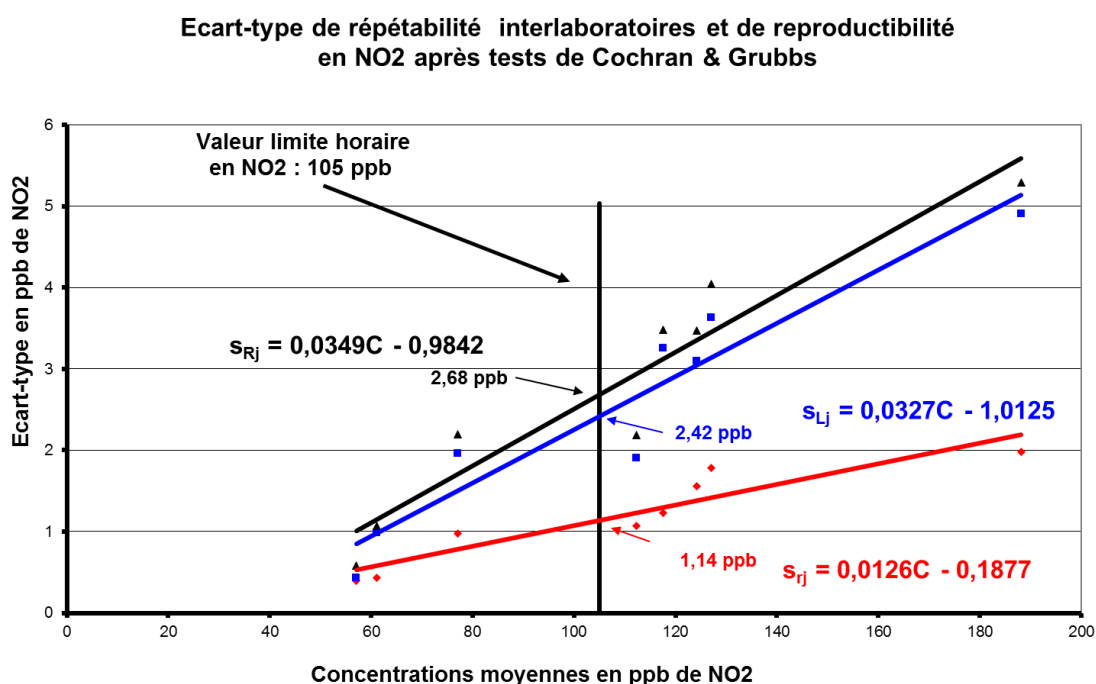


Figure 24 : Evolution des écart-types avec la concentration en NO_2

**Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO2
après tests de Cochran & Grubbs**

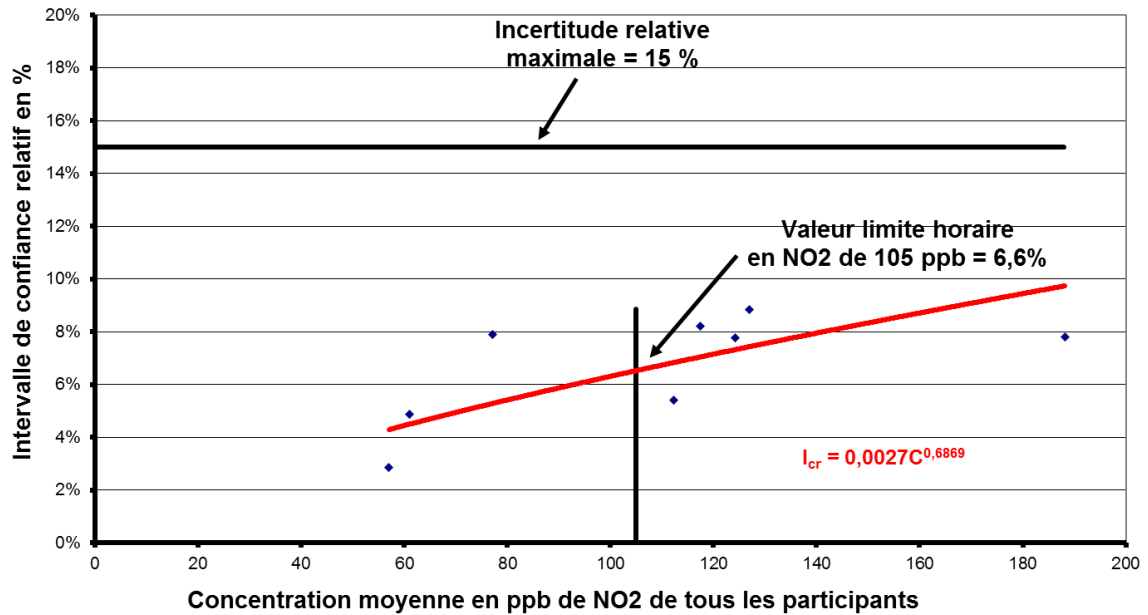


Figure 25 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en NO₂

6.3.6 Synthèse des traitements statistiques

6.3.6.1 Traitement des valeurs aberrantes

Le tableau 10 présente le résultat des traitements visant à identifier les données aberrantes, réalisés en amont de la détermination des intervalles de confiance. On note qu'une fois éliminées les données associées à des dysfonctionnements identifiés (voir les observations au § 6.2), le nombre de valeurs aberrantes détectées lors de l'application des tests de Cochran et Grubbs reste faible. Il est rappelé que les valeurs isolées sont conservées pour le traitement statistique mais sont sujettes à un examen de l'expert qui peut décider de leur exclusion du jeu de données.

Tableau 10 : Bilan des tests statistiques d'exclusion

Polluants	Nombre total de mesures	Nombre de valeurs isolées	Nombre de valeurs exclues	Nombre de valeurs éliminées sur avis d'expert
CO	392	12 (3%)	7 (1.8%)	0
SO ₂	392	1 (0.2%)	7 (1.6%)	0
O ₃	684	7 (0,9%)	8 (1%)	0
NO	504	4 (0.8%)	0	0
NO ₂	585	1 (0.2%)	0	0

6.3.6.2 Bilan des intervalles de confiance de reproductibilité

Le tableau 11 reprend les principaux résultats de la détermination des intervalles de confiance de mesure des polluants au niveau de leurs valeurs réglementaires (valeur limite horaire).

Tableau 11 : Bilan des intervalles de confiance de reproductibilité de l'essai 2016

Polluant	IC _R relatif hors aberrants (%)	Ecart-type de reproductibilité hors aberrants (ppb)
CO	4,5	140
SO ₂	8,9	3,4
O ₃	5,6	4,0
NO	9,9	17,9
NO ₂	6,6	2.7

Sur l'ensemble des polluants testés lors de cette inter-comparaison, on peut vérifier que les mesures des différents polluants respectent les recommandations de la Directive européenne en terme de qualité des données puisqu'elles présentent des intervalles de confiance de reproductibilité (ou incertitude de mesure) nettement inférieurs à 15 % aux valeurs réglementaires respectives (valeur limite horaire).

Ces résultats positifs confirment les améliorations constatées depuis plusieurs années consécutives dans le respect des 15 % d'incertitude. Ceci est à rapprocher du fait que le parc d'analyseurs dispose d'un temps de chauffe et de stabilisation important (>2 jours), ce qui tend à réduire les écarts entre appareils en début de campagne et conditionne l'obtention d'intervalles de confiance réduits.

Les écarts par rapport à la tolérance de 4 % (5% dans le cas du NO₂) sur la lecture de concentrations étalons sont peu nombreux et dans quelques cas limités assez élevés (pour chacun des gaz, -12% à +8 % sur 1 appareil) mais dont les causes ont été identifiées. On rappellera que cette phase se déroule désormais en une seule étape, sans étape de rattrapage. Enfin, on aura confirmé le bénéfice apporté dans la circulation de gaz en aveugle par la mise en place, désormais définitive, d'une procédure spécifique au cas particulier du SO₂.

6.4 Z-scores

6.4.1 Z-scores par polluant

Les figures suivantes présentent les z-scores obtenus par les différents participants pour chaque palier de polluant sur le même jeu de données que celui utilisé pour déterminer les intervalles de confiance. Les différents paliers sont présentés dans l'ordre correspondant à la chronologie des dopages de chaque polluant présentés dans le tableau des dopages (voir § 4.6.1.).

Ces figures permettent de visualiser la performance de chaque participant et de les comparer. Ils permettent également de vérifier la cohérence des z-scores de chaque participant pour un polluant donné.

Pour rappel, le z-score est défini au niveau international comme la mesure standardisée du biais de laboratoire. Ses valeurs sont à interpréter de la façon suivante :

- $Z < 2$: score satisfaisant ;
- $2 \leq Z \leq 3$: score discutable nécessitant une surveillance ou une action préventive ;
- $3 < Z$: score insatisfaisant nécessitant une action corrective.

Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant CO Z Scores des participants par palier

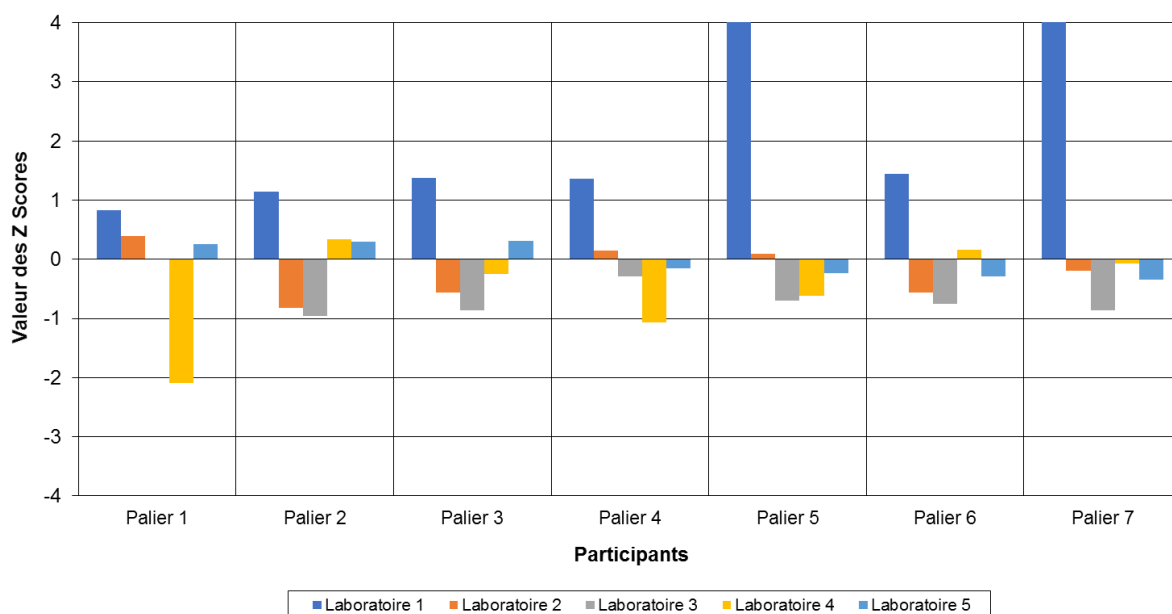


Figure 26 : Z score des participants pour le polluant CO par niveau de concentration

Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant SO₂
Z Scores des participants par palier

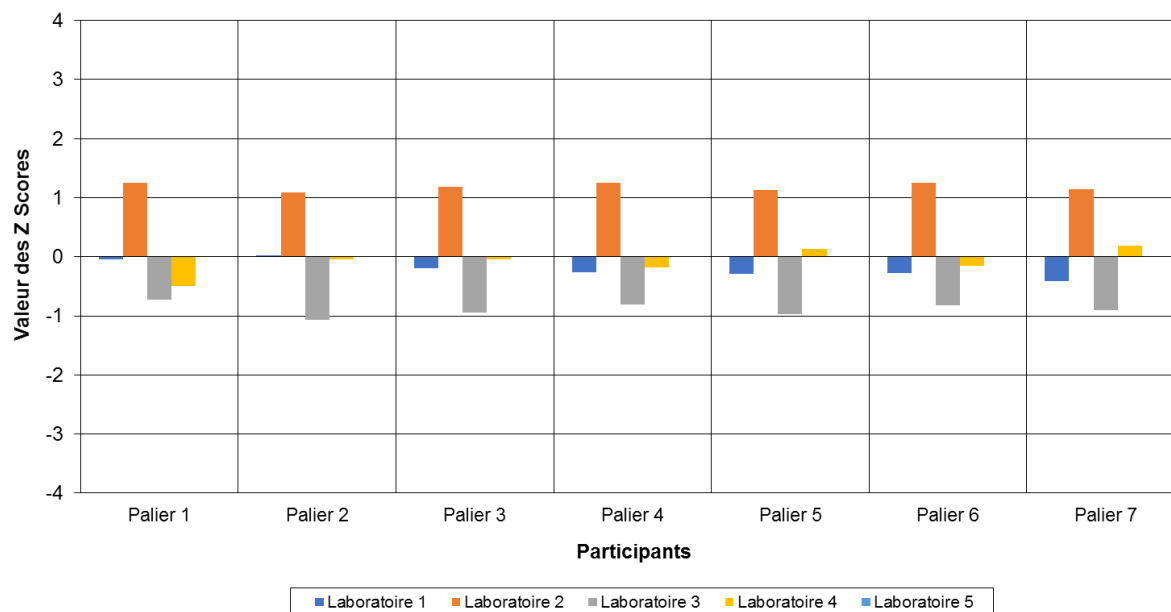


Figure 27 : Z score des participants pour le polluant SO₂ par niveau de concentration

Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O₃
Z Scores des participants par palier

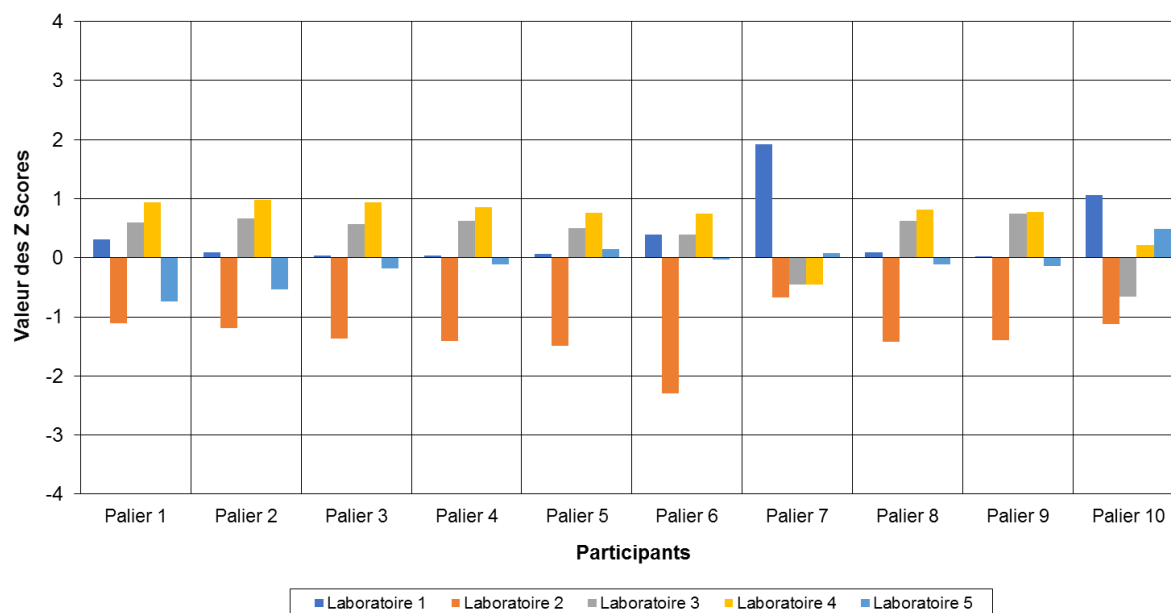


Figure 28 : Z score des participants pour le polluant O₃ par niveau de concentration

Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO Z Scores des participants par palier

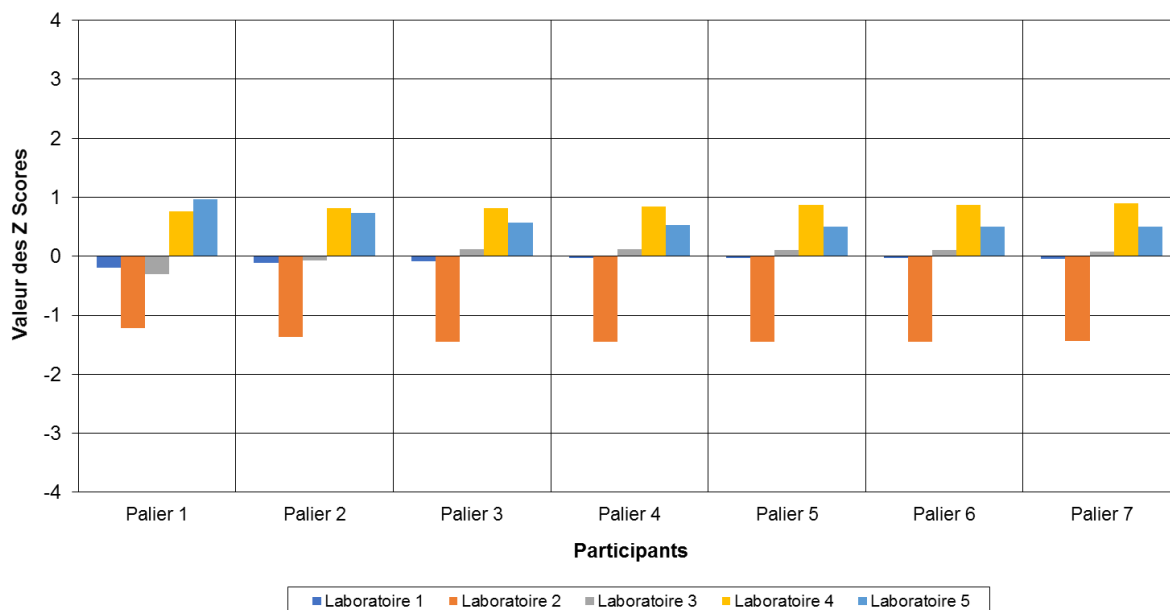


Figure 29 : Z score des participants pour le polluant NO par niveau de concentration

Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO₂ Z Scores des participants par palier

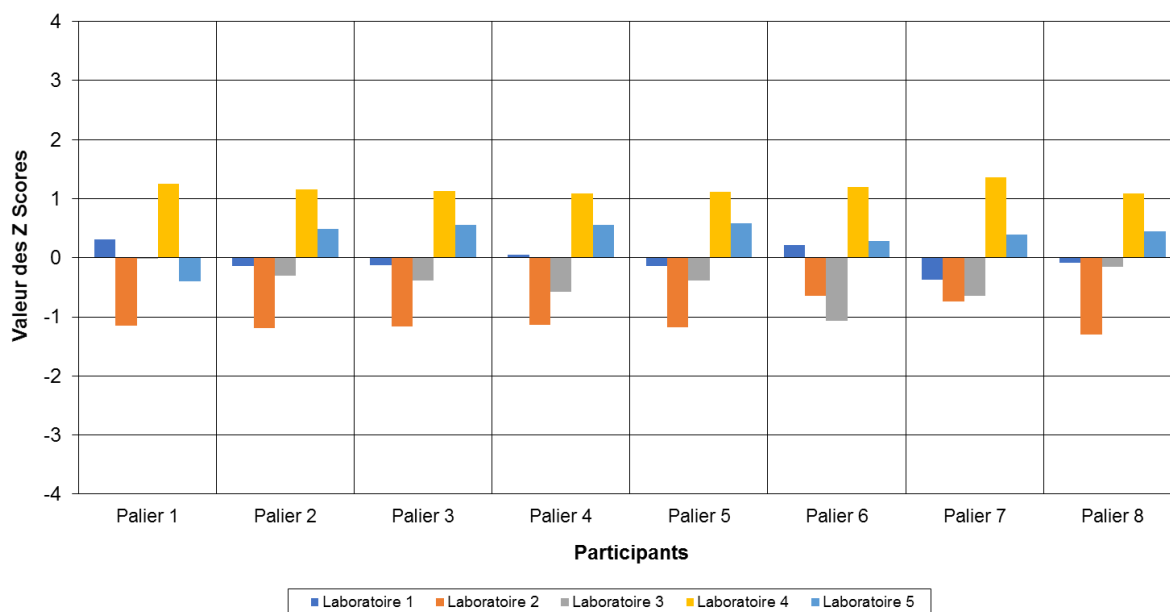


Figure 30 : Z score des participants pour le polluant NO₂ par niveau de concentration

D'une manière générale, les résultats du traitement statistique suivant la norme NF ISO 13 528 conduisent à des z-scores globalement satisfaisants pour tous les participants. Une très large majorité des z-scores est comprise entre ± 1 pour l'ensemble des polluants.

On relève des z-scores plutôt constants et homogènes (soit positif soit négatif) pour chacun des participants.

Des z-scores nécessitant une action préventive ($z \geq \pm 2$) ou corrective ($z \geq \pm 3$) sont relevés pour :

- les laboratoires n°1 sur 2 paliers et n°4 sur 1 palier dans le cas du CO ;
- le laboratoire n°2 sur 1 palier dans le cas de l'ozone.

6.4.2 Résultats individuels

Les résultats synthétiques de chaque participant sont regroupés en annexe 3 sous forme de tableau présentant :

- les données quart-horaires retenues pour le traitement statistique ;
- les données détectées lors de l'application des tests statistiques de Cochran et Grubbs ;
- la moyenne des données par palier de concentration ;
- l'écart-type des données ;
- le z-score du participant pour chaque palier de concentration, sur fond jaune lorsqu'il excède ± 2 , sur fond rouge au-delà de ± 3 ;
- l'intervalle de confiance de répétabilité (en ppb) du participant pour chaque palier de concentration (pour ceux ayant mis en place 2 analyseurs de même type).

7. TEST DU DISPOSITIF DE DOPAGE AU NIVEAU DES TÊTES DE PRÉLEVEMENT

Les essais d'inter-comparaison des moyens de mesures mobiles intègrent l'ensemble de la chaîne de mesure sans prendre en compte l'influence de la tête de prélèvement et des lignes habituellement associées.

Des tests ont débuté en 2012 dans le but de tester en situation réelle un dispositif de dopage au niveau des têtes de prélèvement de chaque moyen mobile. Ce dispositif est basé sur un coiffage des têtes avec un sac inerte en « Tedlar ». L'exercice 2013 a permis de résoudre la présence de réactions d'ordre photochimique à l'intérieur des sacs « Tedlar » en les coiffant d'un occultant. L'exercice 2016 vise à parfaire ce dispositif avec l'objectif de le substituer à l'actuel (distribution en boîtier).

7.1 Présentation du dispositif

Le dispositif testé reprend le système de génération basé sur la dilution de gaz concentrés puis dilués dans un flux d'air ambiant. Le système de distribution repose sur la technique du coiffage de la tête de prélèvement par un sac en Tedlar (inerte aux polluants gazeux) muni d'une entrée/sortie canalisée. L'alimentation des sacs Tedlar est assurée par des gaines de distribution individuelles reliées à un diffuseur permettant le raccordement de 3 gaines. Chaque ligne de distribution d'une longueur maximale de 6 m est balayée par un flux d'air à la vitesse de 3 m/s environ. Les diffuseurs sont équipés de clapets qui permettent de moduler et homogénéiser le débit d'air distribué dans chaque ligne de distribution. Chaque diffuseur est placé à hauteur des têtes de prélèvement grâce à une potence télescopique. Ce dispositif peut autoriser le coiffage et la distribution simultanée de gaz sur un maximum de 12 têtes de prélèvements. Les sacs Tedlar sont ensuite recouvert d'un occultant afin d'éviter les réactions photochimiques. La figure 31 illustre la mise place de ce dispositif.



Figure 31 : Vue d'un moyen mobile alimenté en gaz au niveau des têtes de prélèvements

7.2 Contrôles des analyseurs

Une fois les têtes de prélèvement recouvertes de leur sac Tedlar, les participants ont procédé à une lecture de leurs étalons afin de déceler une éventuelle dérive des analyseurs. Seul le laboratoire 2 a procédé à un étalonnage d'un analyseur de NO_x en raison d'un défaut d'étalonnage par manque de temps de chauffe en début d'exercice.

7.3 Séquences de dopage

Les séquences de dopage suivantes ont été réalisées :

Tableau 12: Séquences de dopage du CO, SO₂, NO₂ et O₃

Date et heure	CO	SO ₂	NO ₂	O ₃
	ppm	ppb	ppb	ppb
23/03/2016 11h15 à 12h45	1,974	42	37	62
23/03/2016 13h15 à 14h45	3,384	68	69	80
23/03/2016 15h15 à 16h45	5,2	90	88	90
23/03/2016 17h15 à 18h45	7,212	117	100	100
23/03/2016 19h15 à 20h45	8,62	137	112	120
23/03/2016 21h15 à 22h45	10,574	148	124	140
23/03/2016 23h15 à 00h45	13,431	163	149	160

Tableau 13: Séquences de dopage du NO

Date et heure	NO
	ppb
24/03/2016 01h15 à 02h45	127
24/03/2016 03h15 à 04h45	258
24/03/2016 05h15 à 06h45	384
24/03/2016 07h15 à 08h45	510
24/03/2016 09h15 à 10h45	604
24/03/2016 11h15 à 12h45	730

7.4 Anomalies relevées

Les têtes de prélèvement sont rarement configurées pour accueillir plus de 4 analyseurs. Les participants disposant de plus de 4 analyseurs ont donc raccordé les analyseurs « excédentaires » directement dans le sac Tedlar en fixant les lignes d'échantillonnage supplémentaires (précédemment utilisées lors des dopages dans les boitiers) au « mât » de la tête de prélèvement. Pour la plupart des participants concernés, les mesures issues de ces deux types de mesures n'ont pas révélé d'écarts systématiques significatifs, indiquant ainsi l'influence négligeable des têtes de prélèvement sur la mesure. Toutefois, le laboratoire 2 a présenté une sous-estimation systématique de ses mesures de NOx, ozone (figure 32) et SO₂ (figure 33) non observée lors de la phase de dopage via les boitiers de distribution.

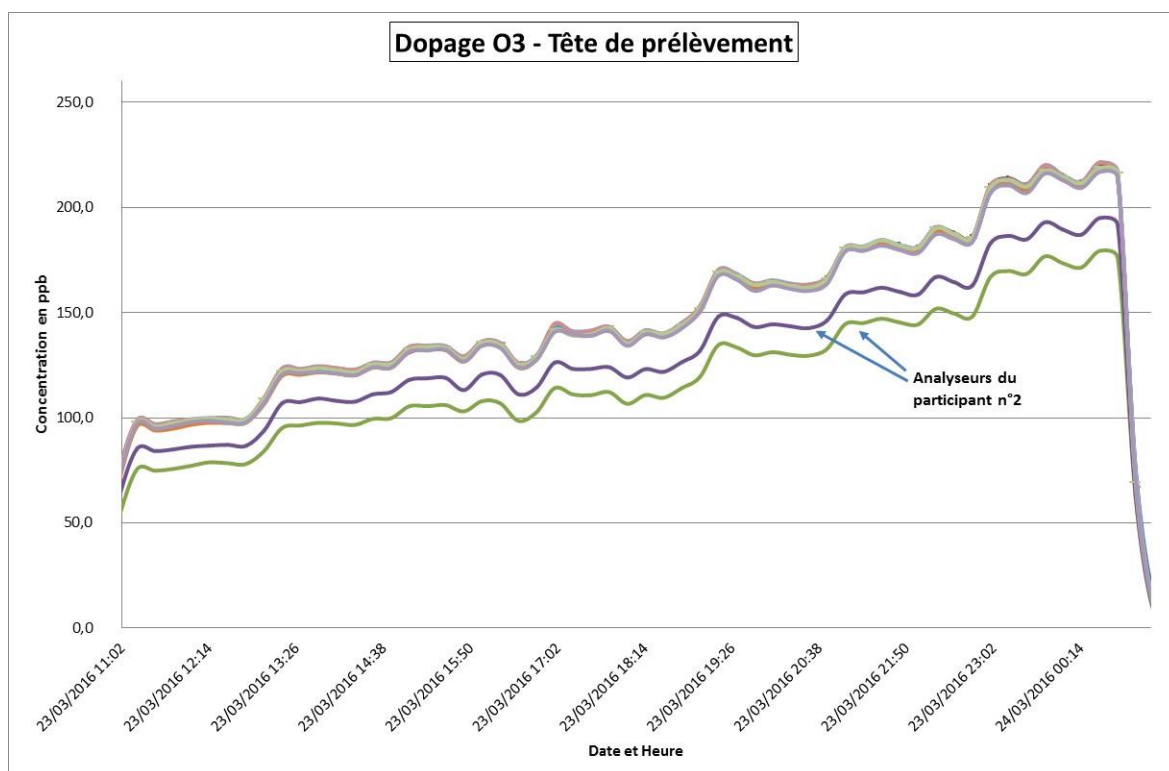


Figure 32 : Vue des mesures collectives lors des dopages en O₃

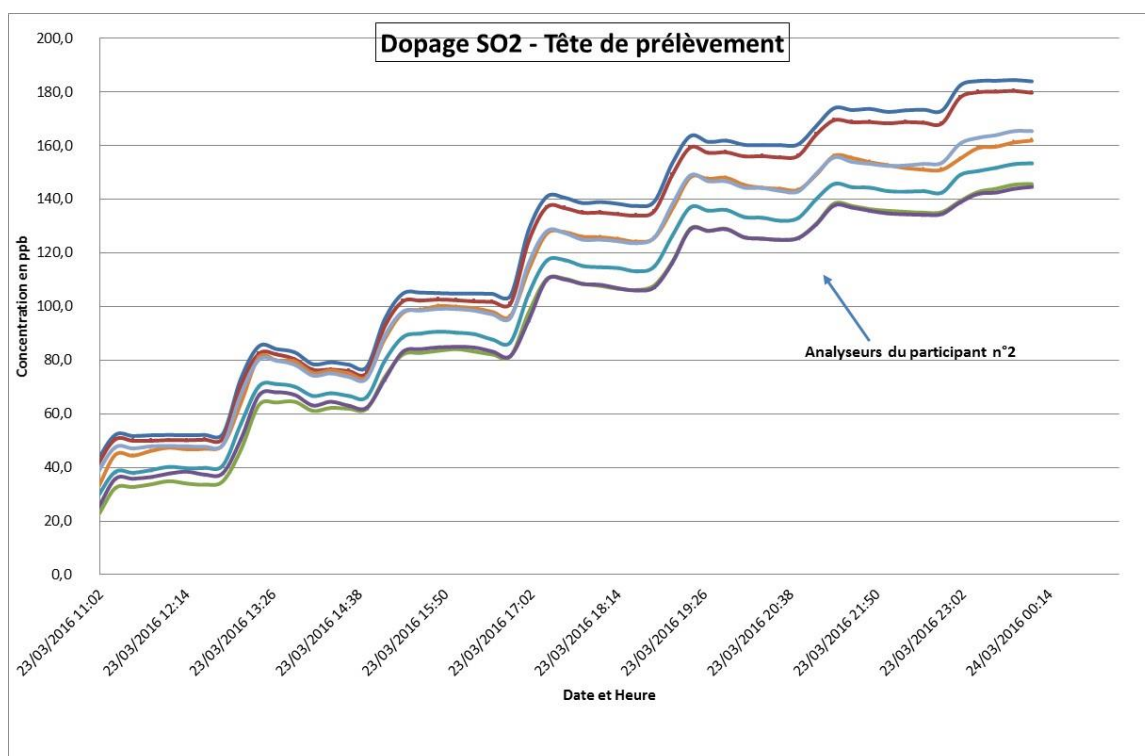


Figure 33 : Vue des mesures collectives lors des dopages en SO₂

La recherche de causes a révélé que les analyseurs concernés étaient connectés aux entrées d'air munies de grilles métalliques dans la tête de prélèvement. La figure 34 présente la tête de prélèvement recouverte du sac en Tedlar, l'intérieur de la tête avec les gaines bleues à l'intérieur desquelles sont passées les lignes fluidiques, et la grille de filtration placée au niveau de l'entrée d'air.



Figure 34 : Vues de la tête de prélèvement, des gaines fluidiques et du filtre d'entrée du laboratoire 2

A l'examen visuel, cette grille métallique présentait un aspect oxydé et a vraisemblablement piégée par adsorption ou réaction chimique les polluants générés. Le matériau inox de la grille ne présente pas les qualités suffisantes pour être utilisé dans cet

usage. On notera également que les lignes de prélèvements des AASQA ne sont plus équipées de grilles de filtration depuis de nombreuses années. Le participant n°2 a été informé de l'impact de cet élément sur ses mesures, afin qu'il puisse rapidement mettre en place les mesures correctives adaptées. Les données des analyseurs concernés ont été écartées des jeux de données sur avis d'expert.

7.5 Résultats

Le traitement statistique des données recueillies conduit aux incertitudes de mesure par polluant décrites dans les figures présentées ci-dessous. Il est identique à celui réalisé pour l'exercice de dopage classique mais seul l'intervalle de confiance de reproductibilité (ou incertitude de mesure) est présenté ici.

7.5.1 CO

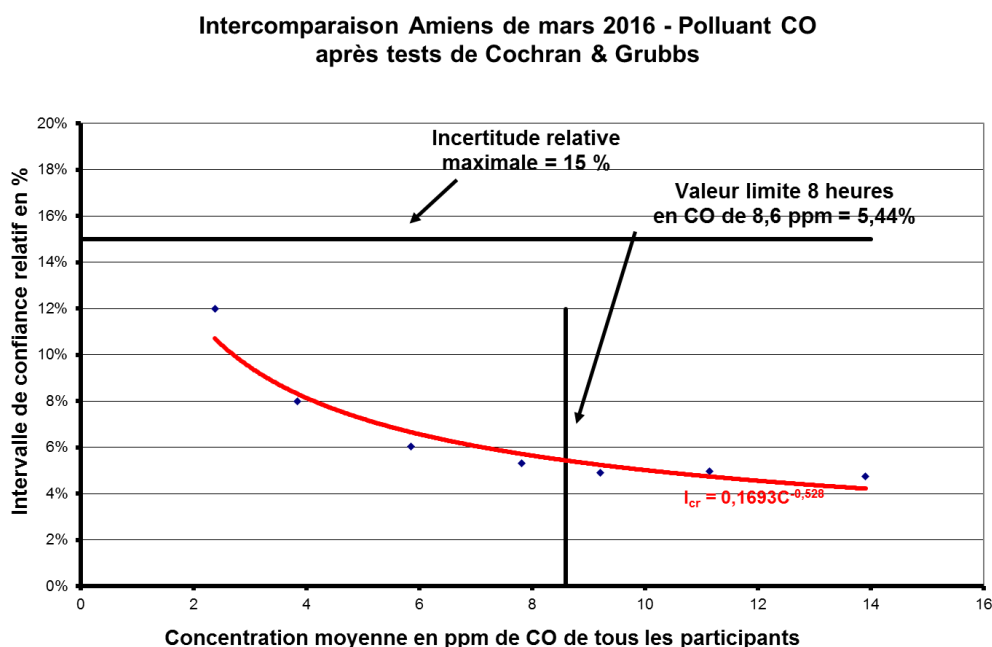


Figure 35 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en CO

De la figure 35, on notera que l'évolution de l'incertitude de mesure du CO suit un profil régulier décroissant. Elle conduit à une incertitude de mesure de 5,4 %, légèrement supérieure à celle de l'exercice classique (4,5 %) à la valeur limite 8h.

7.5.2 SO₂

La figure 36 illustre le résultat du calcul de l'incertitude de mesure effectué sur des données de l'ensemble des participants. Compte-tenu de la dispersion des données liée aux résultats du laboratoire 2, l'incertitude de mesure est logiquement élevée, à plus de 34%. L'élimination des données du laboratoire 2 conduit à une valeur d'incertitude de 23 % qui est au-delà du critère de la Directive Européenne. Cette valeur est purement indicative vu le petit nombre de laboratoires (3) sur lequel repose le calcul d'incertitude. On notera en complément que bien que les mesures des participants soient cohérentes pour une même branche de distribution, l'écart global entre les mesures des participants est de l'ordre de 10 à 15 % tout au long de la gamme de concentration balayée. Cette différence peut être due à la sensibilité du SO₂ à l'humidité ambiante et sans doute à une passivation incomplète des différentes branches de distribution.

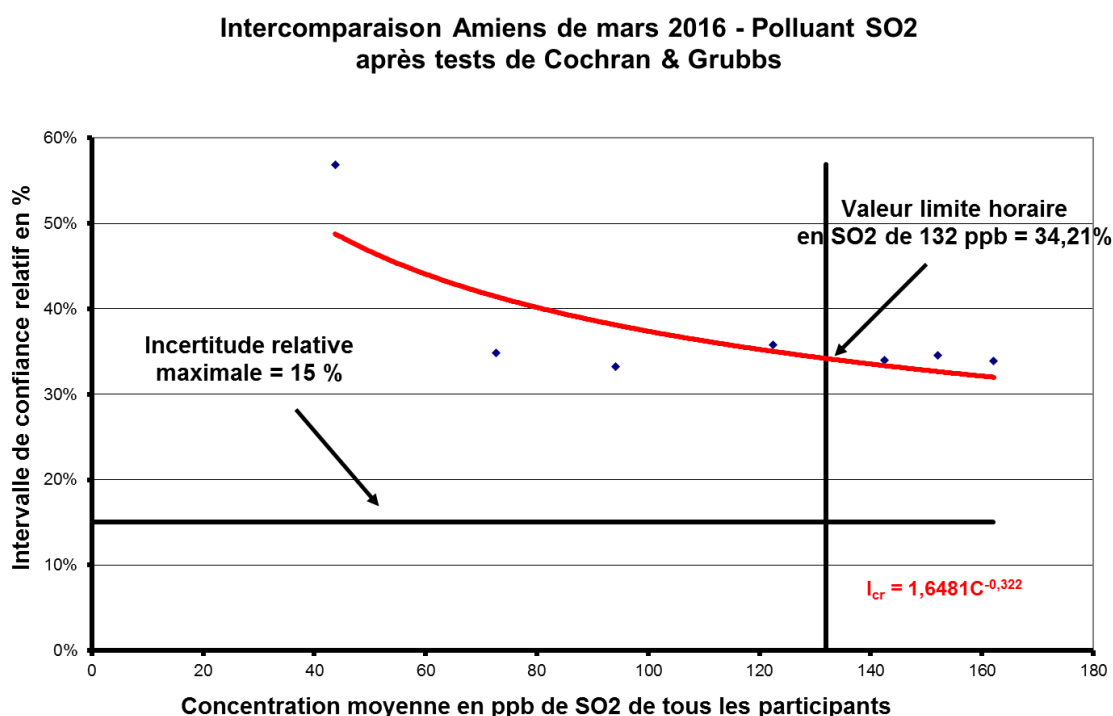


Figure 36 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en SO₂.

7.5.3 Ozone

Après élimination des données du laboratoire 2 pour les raisons évoquées au § 7.4, l'incertitude de mesure calculée conduit à une valeur de 1,8 % (figure 37), à comparer aux 5,6 % obtenu lors de l'exercice classique.

**Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O3
après tests de Cochran & Grubbs**

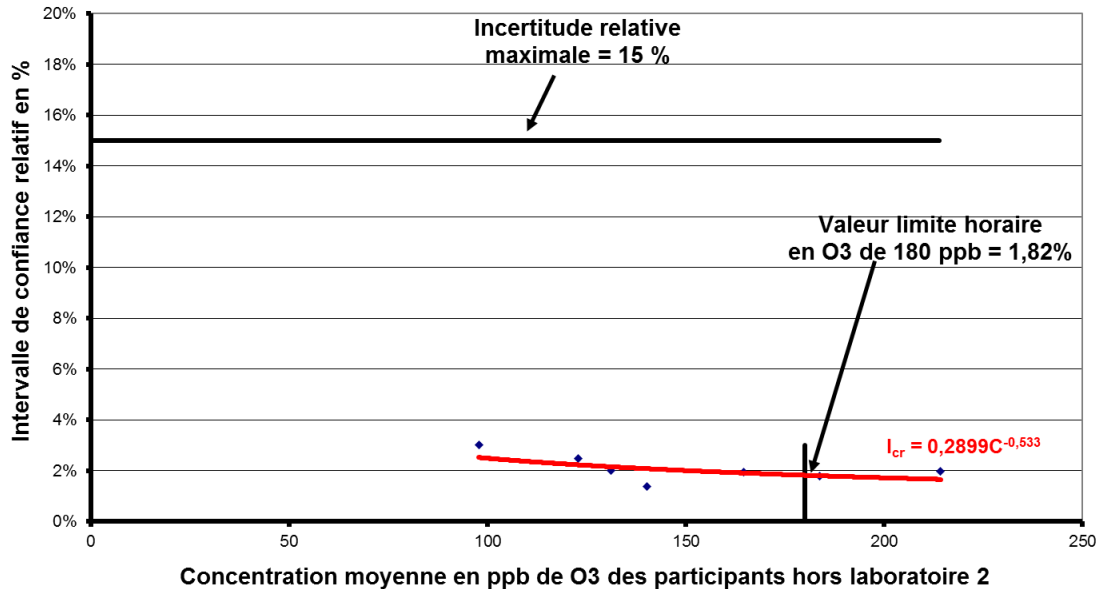


Figure 37 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en O₃.

7.5.4 NO

L'évolution de l'intervalle de confiance du NO présente une valeur de l'incertitude à la pseudo-valeur limite horaire de 11% (figure 38), ramenée à 5,5% après élimination des données de mesures du laboratoire 2 touchées par l'influence de la grille métallique (figure 39).

**Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO
après tests de Cochran & Grubbs**

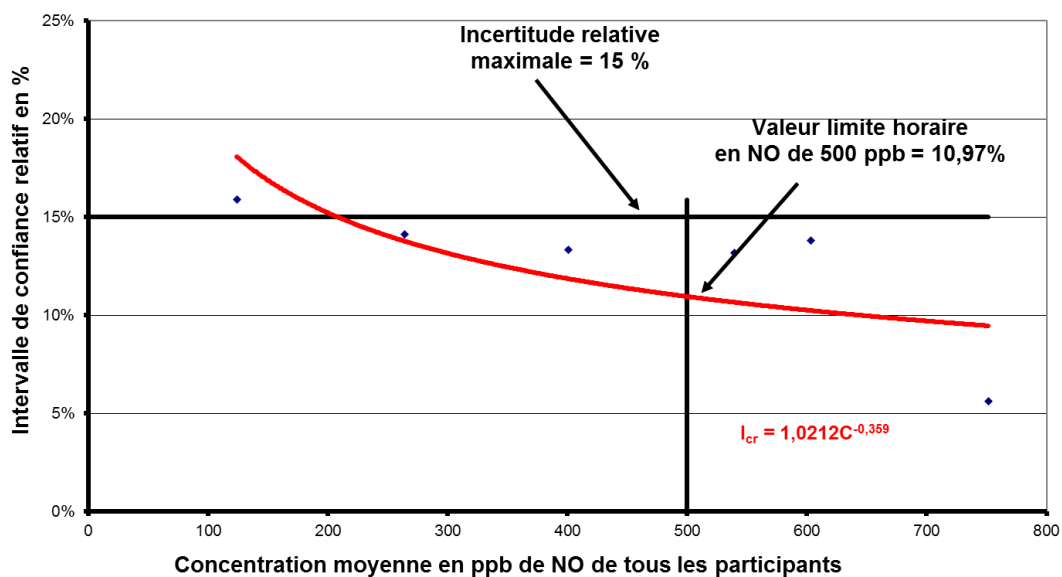


Figure 38 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en NO calculé sur l'ensemble des participants.

**Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO
après tests de Cochran & Grubbs**

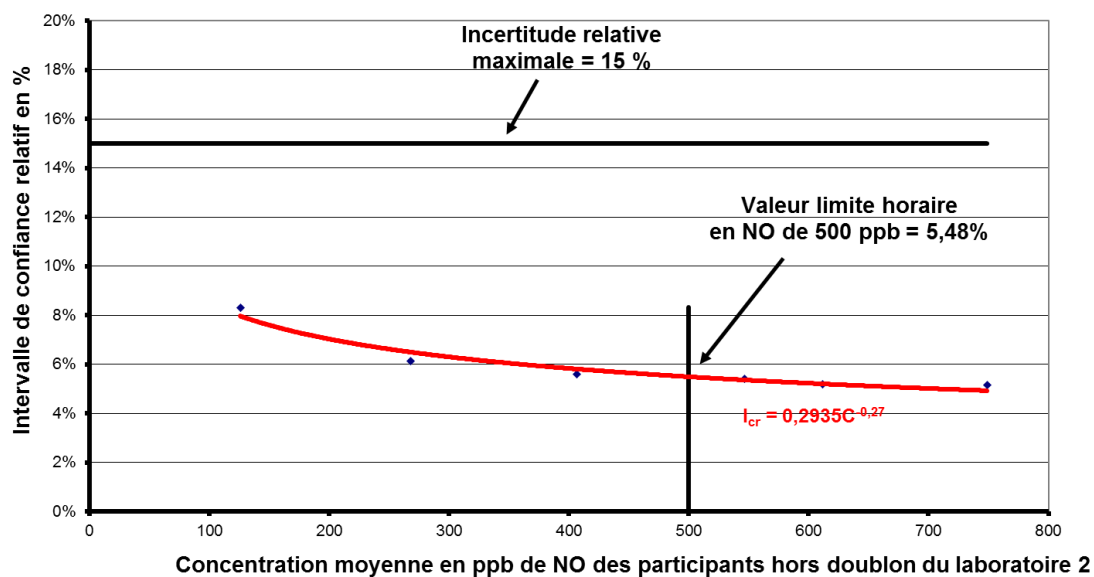


Figure 39 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en NO calculée hors analyseurs impactés du laboratoire 2.

7.5.5 NO₂

Le profil de la courbe de tendance est similaire à celui obtenu lors de l'exercice classique. Après exclusion des données du laboratoire 2, l'incertitude de mesure du NO₂ est estimée à 6,2 % à la valeur limite horaire (voir figure 40). Elle est donc très proche de celle de l'exercice classique (6,6 %) et traduit l'absence d'influence de la tête de prélèvement dans les conditions de l'exercice. A titre d'information, l'estimation de l'incertitude de mesures sur l'ensemble des participants (voir figure 41) est de 12,2 %. Ceci nous éclaire sur l'impact sur l'incertitude de mesure que peuvent représenter les mesures discordantes d'un participant sur un petit groupe de participants.

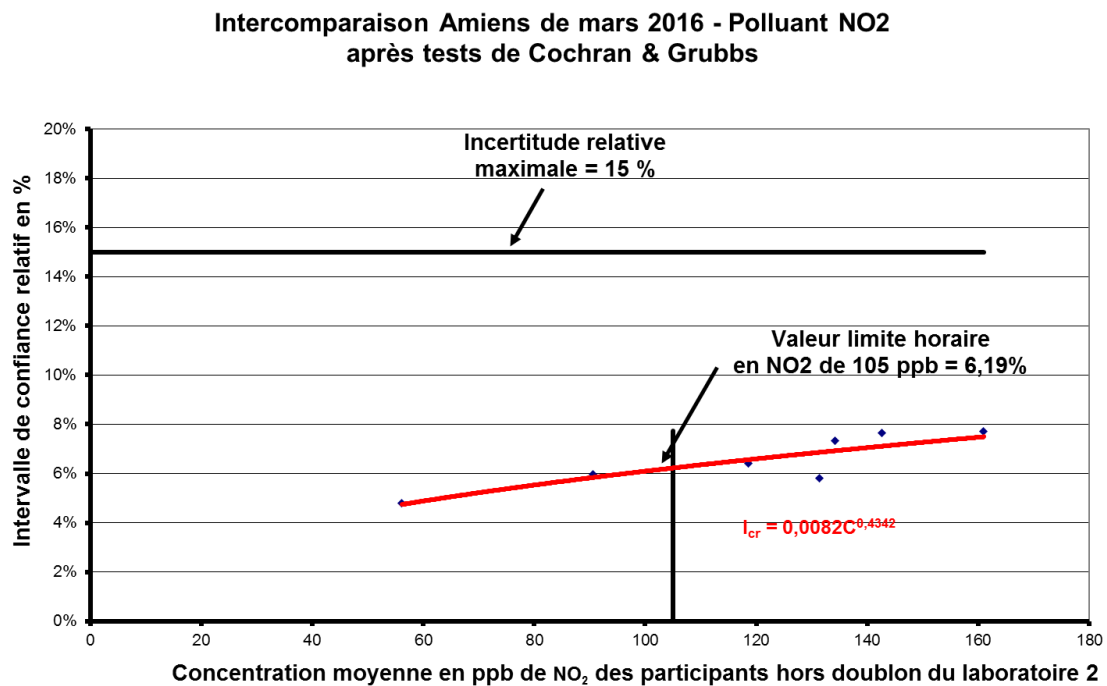


Figure 40 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en NO₂ calculée hors analyseurs impactés du laboratoire 2.

**Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO2
après tests de Cochran & Grubbs**

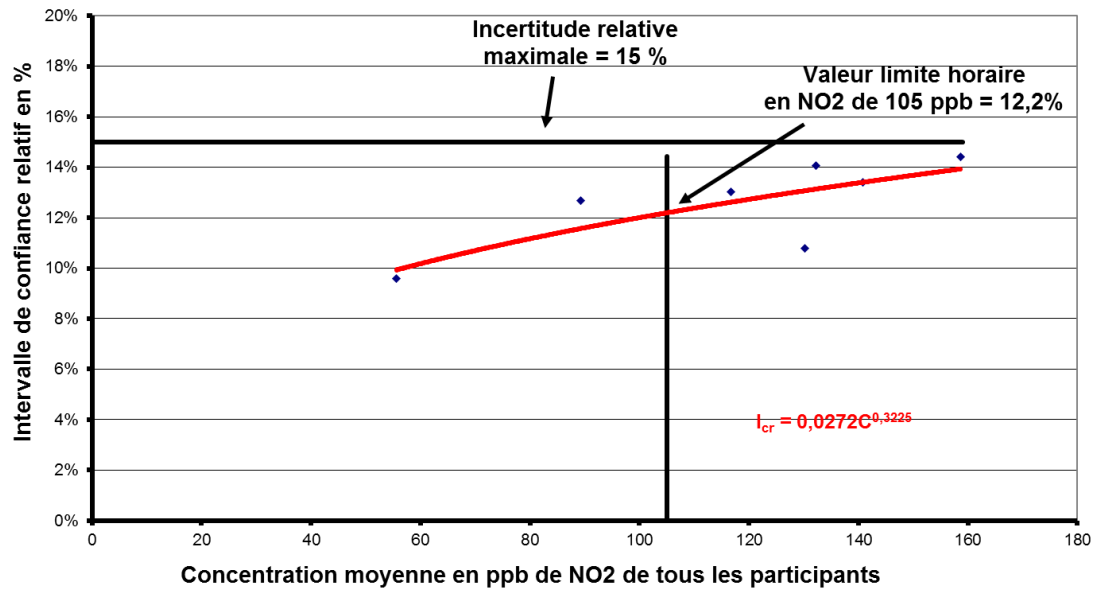


Figure 41 : Evolution de l'intervalle de confiance avec la concentration en NO₂ calculée sur l'ensemble des participants.

8. CONCLUSION

Un exercice d'intercomparaison de moyens de mesures mobiles a été réalisé en mars 2016 en collaboration avec Atmo Picardie. Il a réuni 5 participants (3 AASQA, l'ISSEP et le LCSQA/INERIS) et moyens mobiles, constituant un parc de 33 analyseurs.

On signalera que vu le faible nombre de participant à cet exercice, l'estimation des incertitudes de mesure peut être sensiblement impactée en cas d'écart de l'un des participants.

Durant cette intercomparaison, le système de dopage du LCSQA/INERIS permettant une distribution homogène des gaz sur 4 axes a été mis en œuvre. Le temps de résidence inférieur à 3 secondes (pour les NOx et l'ozone) dans les lignes d'échantillonnage n'a pas totalement été respecté malgré la mise en place de lignes fluidiques courtes et d'un boîtier de distribution de gaz individuel pour les participants ayant les analyseurs de plus faibles débits. Le non-respect de ce critère n'a toutefois pas eu d'influence significative sur les mesures des participants concernés.

Le déroulement de l'exercice a comporté une phase préliminaire à la réalisation de paliers de dopages pour l'ensemble des polluants, consistant en une circulation de gaz étalon en aveugle visant à déceler la cohérence des raccordements entre les niveaux 2 et 3 de la chaîne nationale d'étalonnage et les éventuels défauts de linéarité des appareils.

Peu de dysfonctionnements d'appareils ont été observés en cours d'exercice sur les différents analyseurs, sans conséquences sur le déroulement de l'exercice.

Lors de la circulation de gaz pour étalonnage en aveugle, les écarts par rapport à la tolérance de 4 % (5% dans le cas du NO₂) sur la lecture de concentrations étalons sont peu nombreux et dans quelques cas limités assez élevés. Pour chaque polluant, on relève des écarts de mesure de l'ordre de -12% à +8 % sur au plus un des appareils du parc en présence. Les causes ont été identifiées (dérive, temps de chauffe insuffisant, analyseur de référence non modifiable). On rappellera que cette phase est désormais réalisée en une seule étape, sans étape de rattrapage. Ces écarts ont été observés immédiatement après le calibrage des analyseurs par les AASQA avec leurs propres gaz d'étalonnages de niveau 2 ou 3.

On note également que les analyseurs de SO₂ présentent depuis l'exercice 2014 un nombre d'écart réduit par rapport aux années antérieures, avec cette année la particularité d'être du même ordre que ceux des autres polluants. Cette nette amélioration s'explique par les précautions particulières appliquées aux bouteilles étalons et sans doute au soin pris par les participants lors de la phase de lecture de ces bouteilles compte tenu de l'évolution des consignes d'essais (lecture unique des étalons en aveugle).

En application de la norme NF ISO 5725-2, les intervalles de confiance de répétabilité et de reproductibilité ont été déterminés pour chaque polluant et différents niveaux. On signalera que le nombre de valeurs aberrantes détectées lors l'application des tests de Cochran et Grubbs reste faible avec moins de 2% de données éliminées et reposent en général sur 1 participant. L'élimination de données sur avis d'expert n'a pas été nécessaire.

L'examen des intervalles de confiance a conduit à des résultats satisfaisants en terme de respect des recommandations des Directives Européennes (15 % d'incertitude de mesure aux valeurs limites réglementaires :

- pour le polluant CO, l'intervalle de confiance de reproductibilité est de 4,5% à la valeur limite horaire ;
- pour le polluant SO₂, cet intervalle est de 8,9% à la valeur limite horaire ;
- pour le polluant O₃, l'intervalle de confiance de reproductibilité est de 5,6% à la valeur limite horaire de 180 ppb. On notera que les incertitudes estimées aux autres seuils de concentration disponibles pour l'ozone, à savoir 90 ppb (seuil d'information) et 120 ppb (seuil d'alerte horaire sur 3 heures), respectent également les exigences de la Directive Européenne ;
- l'intervalle de confiance de reproductibilité est de 9,9% à pour le NO et de 6,6% pour le NO₂ aux valeurs limites horaires correspondantes.

D'une manière générale, les résultats du traitement statistique suivant la norme NF ISO 13 528 et permettant la détermination des z-scores sont homogènes et très satisfaisants pour une majorité de participants. Une très large majorité des z-scores est comprise entre ± 1 . Les z-scores plus élevés, imposant des actions préventives et correctives, sont anecdotiques et concentrés sur peu de participants. Ainsi on relève des z-scores supérieurs à 4 pour le laboratoire n°1 sur 2 paliers de CO, un z-score supérieur à 2 pour le laboratoire n°4 sur 1 palier de CO, et un z-score supérieur à 2 pour le laboratoire n°2 sur 1 palier dans le cas de l'ozone.

Les résultats de cette intercomparaison permettent d'évaluer la qualité de mise en œuvre des méthodes de mesures par les AASQA en conditions réelles. On notera que depuis 2008, les résultats obtenus en terme d'incertitude de mesure sont conformes aux exigences de la Directive Européenne et confirment dans la durée la fiabilité du système de mesure national.

Ceci est à rapprocher du fait que le parc d'analyseurs dispose d'un temps de chauffe et de stabilisation important (>2 jours), ce qui tend à réduire les écarts entre appareils en début de campagne et conditionne l'obtention d'intervalles de confiance réduits.

Cet exercice a permis de renouveler pour la quatrième année le test in situ du dispositif de dopage au niveau des têtes de prélèvement, permettant d'intégrer celles-ci au calcul d'incertitude expérimental.

Ce dispositif reprend le système de génération basé sur la dilution de gaz concentrés, dilués dans un flux d'air ambiant puis distribués par coiffage de la tête de prélèvement par un sac en Tedlar, inerte aux polluants classiques. Ce dispositif peut autoriser le coiffage et la distribution simultanée de gaz sur un maximum de 12 têtes de prélèvements.

On aura pu constater pour l'ensemble des polluants la bonne cohérence des mesures faites simultanément dans les sacs Tedlar soit via les têtes de prélèvements soit via des lignes individuelles, indiquant, à une exception près, l'influence négligeable des têtes de prélèvement dans la chaîne de mesure. L'exercice aura permis la mise en évidence de l'impact de la présence de grilles de filtration sur les lignes d'échantillonnage d'un des participants. Par ailleurs, une passivation incomplète des gaines de distribution est vraisemblablement à l'origine de la dispersion des mesures du SO₂.

Le traitement statistique des données, identique à celui de l'exercice classique présenté ci-dessus, a isolé de nombreuses données ciblées sur le participant n°2, confirmant les observations faites au travers des données brutes du comportement douteux de certains appareils qui s'est avéré lié à l'influence de grilles de filtration à l'entrée des lignes fluidiques des appareils. Dans ce cas de figure, les analyseurs concernés ont fait l'objet d'une élimination du jeu de données sur avis d'expert.

Les intervalles de confiance expérimentaux calculés sont :

- pour le polluant CO : 5,4% à la valeur limite 8 heures ;
- purement indicatif, pour le polluant SO₂ : 23% (repose sur 3 participants uniquement) à la valeur limite horaire ;
- pour le polluant O₃ : 1,8% à la valeur limite horaire ;
- pour le polluant NO : 5,5% à la pseudo-valeur limite horaire ;
- pour le polluant NO₂ : 6,2% à la valeur limite horaire.

On note une bonne cohérence des valeurs d'incertitude entre les exercices avec et sans coiffage des têtes de prélèvement pour l'ensemble des polluants (hors SO₂).

Ces résultats confirment les observations faites lors des tests précédents de ce dispositif de dopage sur 4 années consécutives et conduisent le LCSQA à valider définitivement le dispositif de dopage des têtes de prélèvement qui englobe toutes les incertitudes de mesures en conditions réelles.

Ainsi, dès 2017, ce dispositif se substituera au dispositif classique en boîtiers. Ceci permettra de respecter de manière plus systématique le critère de temps de résidence inférieur à 3 secondes pour les polluants O₃ et NO_x, et de procéder à quelques tests approfondis sur l'influence de la ligne de prélèvement (injection en tête de ligne par exemple).

La réalisation d'exercices réguliers d'inter-comparaison permet au dispositif de surveillance national d'enrichir les procédures de maintenance périodique et le transfert des bonnes pratiques de mesure (cas du laboratoire 2 par ex.). Elle permet également aux AASQA accréditées qui y participent d'alimenter la démonstration du maintien de leurs compétences auprès du COFRAC. Dans cet objectif, le maintien de cet exercice annuel reposera sur une nouvelle planification ne retenant alternativement que les sites d'Atmo-Rhône/Alpes et de l'INERIS.

9. LISTE DES ANNEXES

Annexes	Titre	Nombre de pages
Annexe 1	Traitement statistique des données	4
Annexe 2	Courbes de suivi des mesures collectives en CO, SO ₂ , O ₃ , NO, NO ₂	22
Annexe 3	Résultats synthétiques des participants	26

ANNEXES

ANNEXE 1

TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES

Elimination des valeurs aberrantes

Deux tests statistiques ont été mis en œuvre : les tests de Cochran et de Grubbs, le premier testant la dispersion, le second la justesse des résultats d'un participant (ou laboratoire). Ils consistent en la recherche de valeurs aberrantes conformément à la norme NF ISO 5725-2.

Test de Cochran

Il permet de détecter les valeurs aberrantes en termes de dispersion (écart-type). A partir des écart-types S_i (classés par ordre croissant) des résultats de l'ensemble des laboratoires pour un même polluant, la statistique C du test est calculée pour le candidat

présentant l'écart-type le plus élevé :

$$C = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^n S_i^2}$$

La valeur de C est ensuite comparée aux valeurs du test de Cochran tabulées dans la norme NF ISO 5725-2 :

Si $C \leq$ valeur théorique à 5%, le « candidat » est considéré à la vue de ses résultats comme correct pour le paramètre étudié.

Si $C >$ valeur théorique à 5% et si $C \leq$ valeur théorique à 1%, le « candidat » est considéré comme douteux et est isolé.

Si $C >$ valeur théorique à 1%, le « candidat » est considéré comme aberrant et est exclu.

Ce test est réalisé de manière itérative jusqu'à ce qu'aucun résultat aberrant ou douteux ne soit plus détecté. Ainsi, à chaque nouvelle itération, la population est réduite d'un participant. L'écart-type S de la population est ensuite construit après élimination des douteux et aberrants, et traduit la variabilité intra-laboratoire.

Test de Grubbs

Ce test permet de détecter les valeurs aberrantes en termes de moyenne. A partir des moyennes X_i de la population, classées par ordre croissant, la statistique de Grubbs est calculée pour la plus petite et la plus grande des moyennes ($X_{\min}$ et $X_{\max}$) :

$$G = \frac{X_{i \max} - \bar{X}}{S}$$

avec $\bar{X}$ = moyenne des X_i et S = écart-type sur la population des X_i

La valeur G est ensuite comparée aux valeurs données dans les tables :

Si $G \leq$ valeur théorique à 5%, le « candidat » est considéré comme correct pour le paramètre étudié.

Si $G >$ valeur théorique à 5% et si $C \leq$ valeur théorique à 1%, le « candidat » est considéré comme douteux et est isolé.

Si $G >$ valeur théorique à 1%, le « candidat » est considéré comme aberrant et est exclu.

Les valeurs dont on teste le caractère aberrant par le test de Cochran ne sont pas incluses dans ce test. Il est réalisé de façon itérative, alternativement à l'extrémité haute et à l'extrémité basse de la population, jusqu'à ce qu'aucun aberrant ou douteux ne soit détecté. La moyenne M de la population est construite après élimination des résultats d'analyse douteux et aberrants.

Intervalle de confiance

Les intervalles de confiance internes (répétabilité), inter-laboratoires et externes (reproductibilité) ont été déterminés suivant la norme ISO 5725-2 « Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée » sur l'ensemble des valeurs quart-horaires hors données aberrantes. On rappellera que l'intervalle de répétabilité ne repose que sur les participants équipés d'analyseurs en double.

L'intervalle de confiance externe (ou de reproductibilité) est obtenu en sommant les variances de répétabilité et inter-laboratoires : $S_{Rj}^2 = S_{rj}^2 + S_{Lj}^2$

d'où l'intervalle de confiance externe $I_{CR} = t_{(1-\alpha/2)} \cdot S_{Rj}^2$

avec $t_{(1-\alpha/2)}$ le fractile de la loi de student à $np-1$ degré de liberté et ici $\alpha = 0,05$

S_{Rj}^2 la variance de reproductibilité

$$\text{où } S_{Rj}^2 = S_{rj}^2 + S_{Lj}^2$$

S_{rj}^2 la variance de répétabilité

$$\text{où } S_{rj}^2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (n_{ij} - 1) S_{ij}^2}{\sum_{i=1}^p (n_{ij} - 1)}},$$

S_{Lj}^2 la variance inter-laboratoires

$$\text{où } S_{Lj}^2 = \frac{S_{dj}^2 - S_{rj}^2}{n_j}$$

$$\text{avec } S_{dj}^2 = \frac{1}{p-1} \left[\sum_{i=1}^p n_{ij} (\bar{y}_{ij})^2 - (\bar{y}_j)^2 \sum_{i=1}^p n_{ij} \right]$$

$\bar{y}_j$ la moyenne générale

$$\text{avec } \bar{y}_j = \frac{\sum_{i=1}^p n_{ij} \bar{y}_{ij}}{\sum_{i=1}^p n_{ij}}$$

p le nombre de participants

$$\text{et } s_j^2 = \frac{1}{p-1} \left[\sum_{i=1}^p n_{ij} \bar{y}_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^p n_{ij} \bar{y}_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^p n_{ij}} \right]$$

Les intervalles de confiance ont été déterminés avant et après élimination des résultats douteux et aberrants mais seuls ceux déterminés après élimination sont présentés dans le corps du rapport.

Z-scores

Le traitement statistique habituel consistant à déterminer les intervalles de confiance de reproductibilité a été complété par un calcul de z-scores. Le z-score est le critère d'évaluation de la performance d'un candidat le plus souvent utilisé. Dans le traitement des données, il a été déterminé pour chaque participant et chaque palier de polluant à partir de la formule suivante :

$$Z_i = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}}{S}$$

où $\bar{X}$ et S = moyenne et écart-type déterminés pour la population après élimination des douteux et aberrants selon l'algorithme A de la norme ISO 13528.

et $\bar{X}_i$ = moyenne obtenue par le laboratoire i.

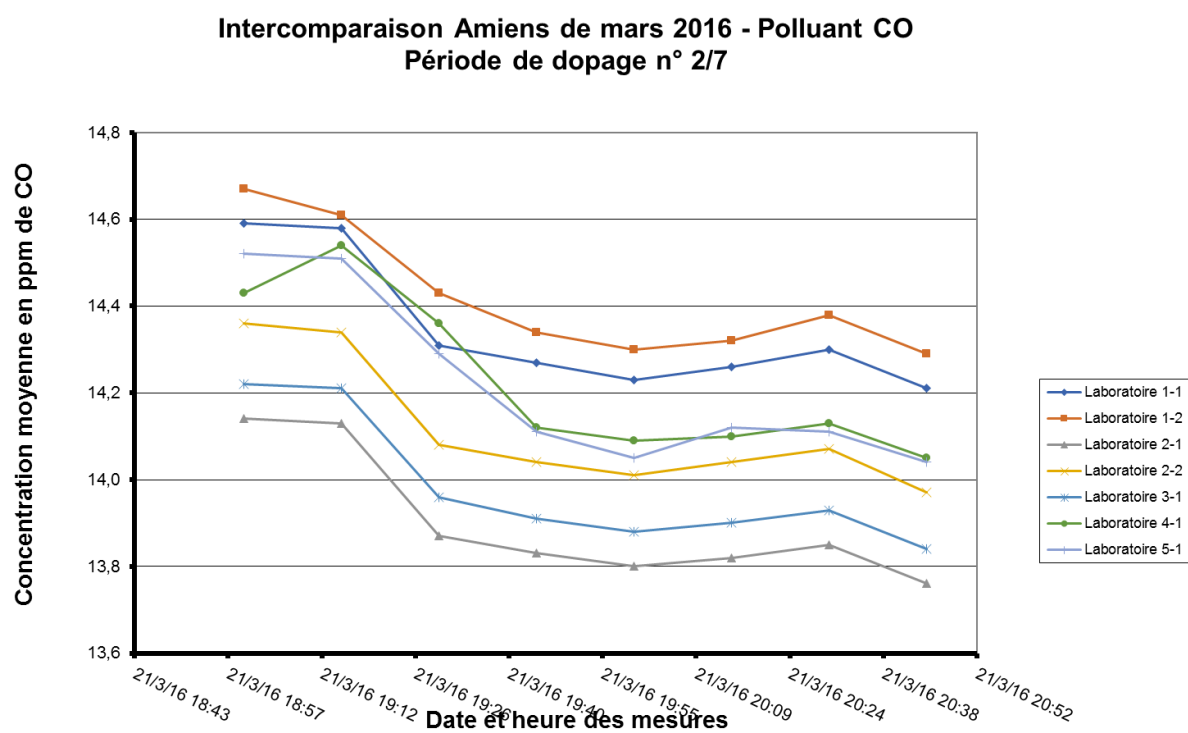
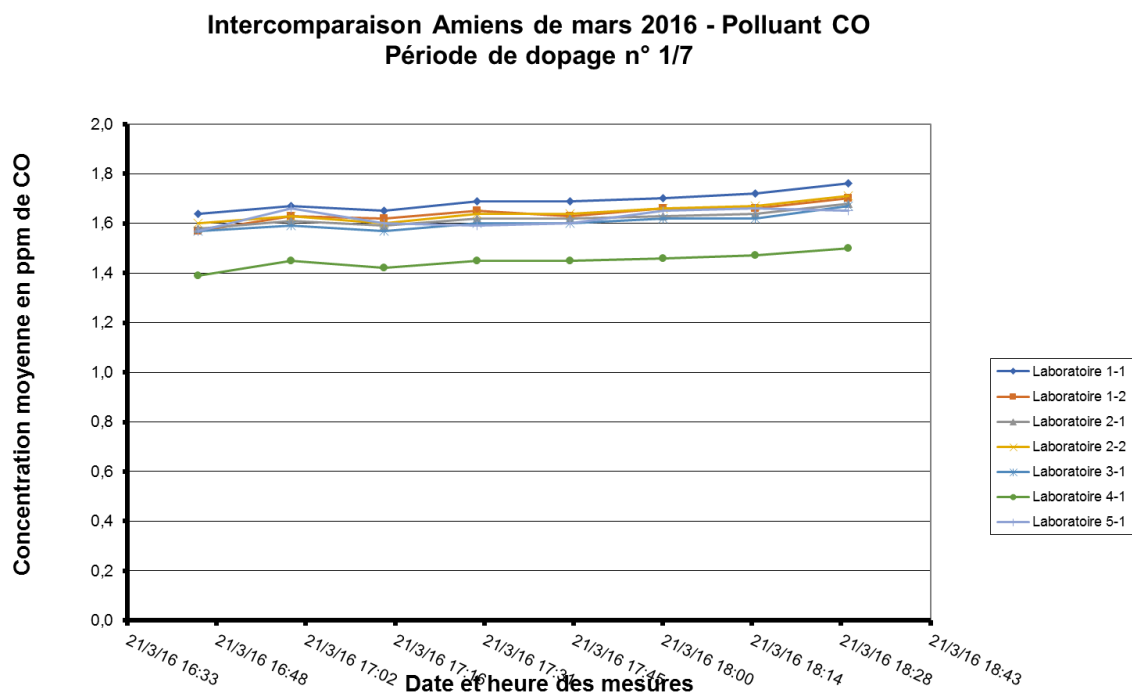
Il est défini au niveau international comme la mesure standardisée du biais de laboratoire. Son interprétation est simple :

- $Z_i < 2$: score satisfaisant.
- $2 \leq Z_i \leq 3$: score discutable nécessitant une surveillance ou une action préventive.
- $3 < Z_i$: score insatisfaisant nécessitant une action corrective.

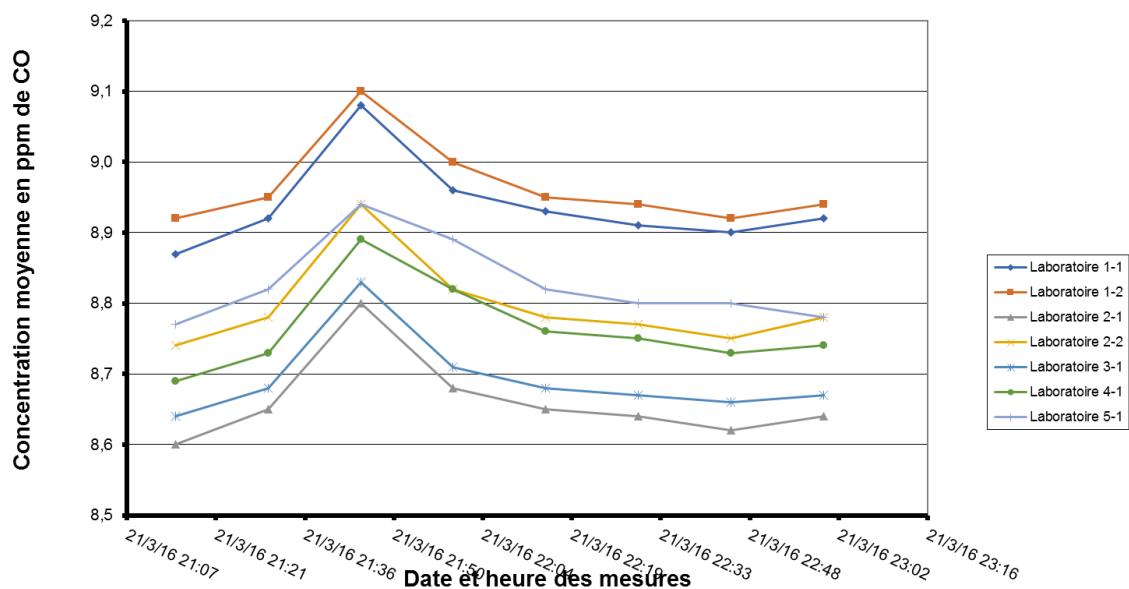
ANNEXE 2

Suivi des mesures collectives

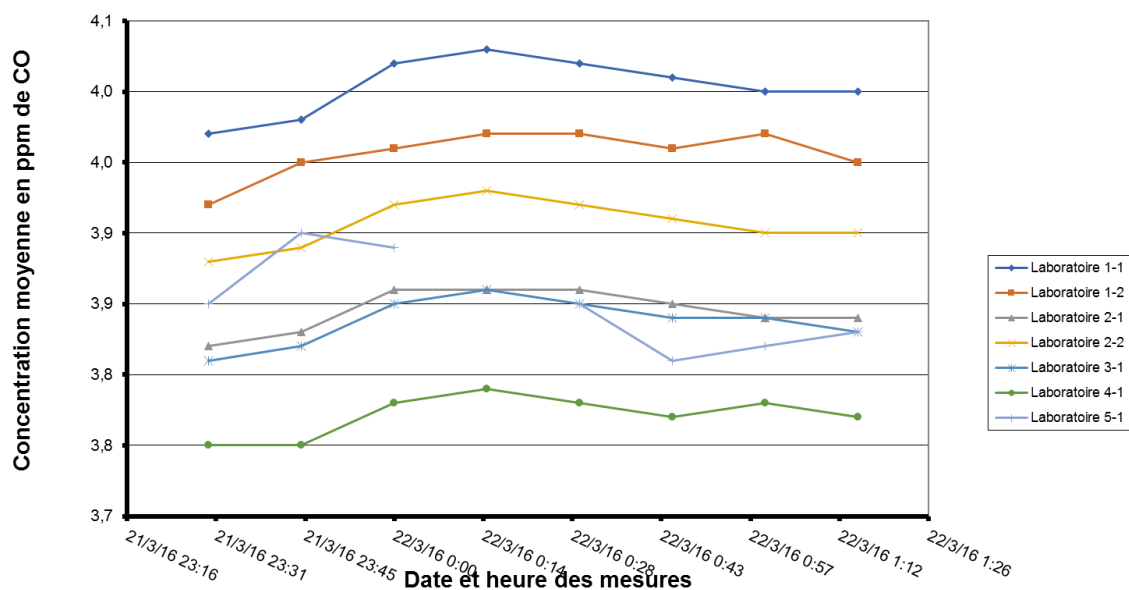
Polluant CO



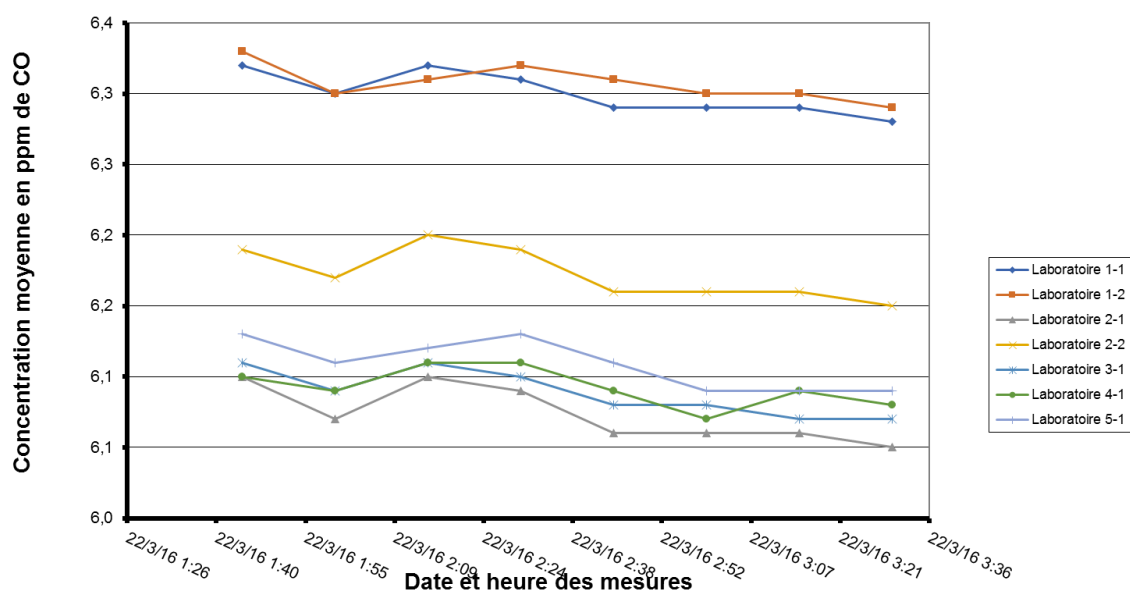
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant CO Période de dopage n° 3/7



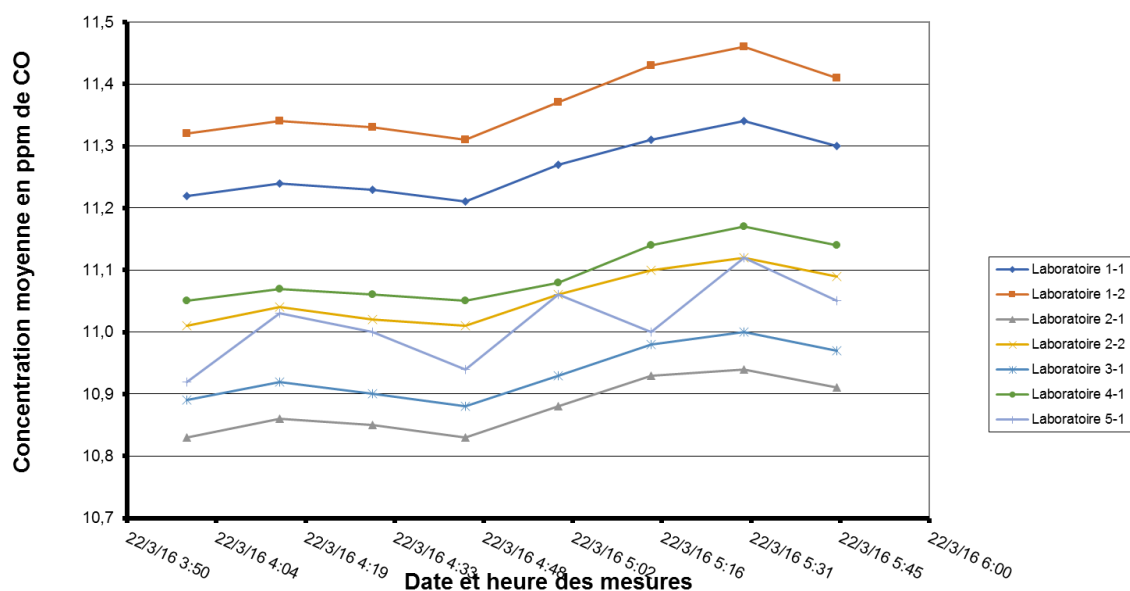
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant CO Période de dopage n° 4/7



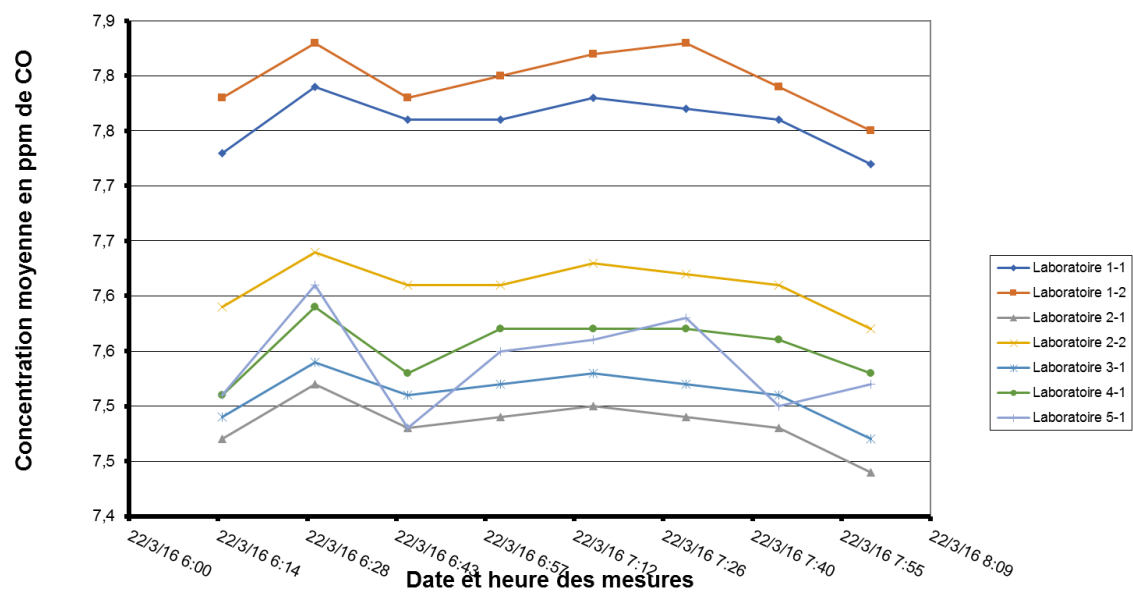
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant CO
Période de dopage n° 5/7



Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant CO
Période de dopage n° 6/7

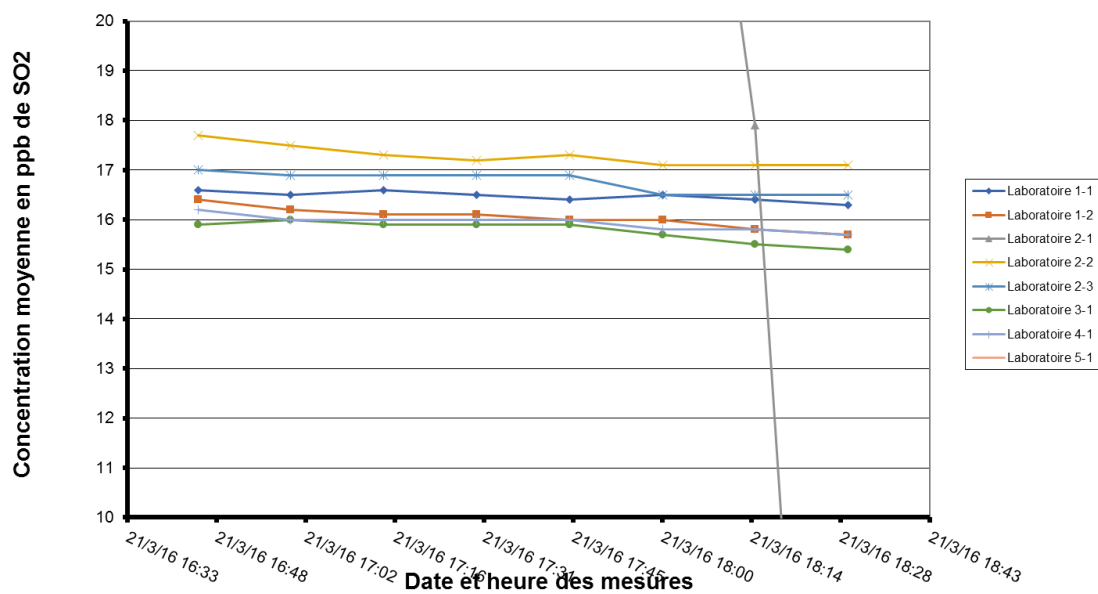


Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant CO
Période de dopage n° 7/7

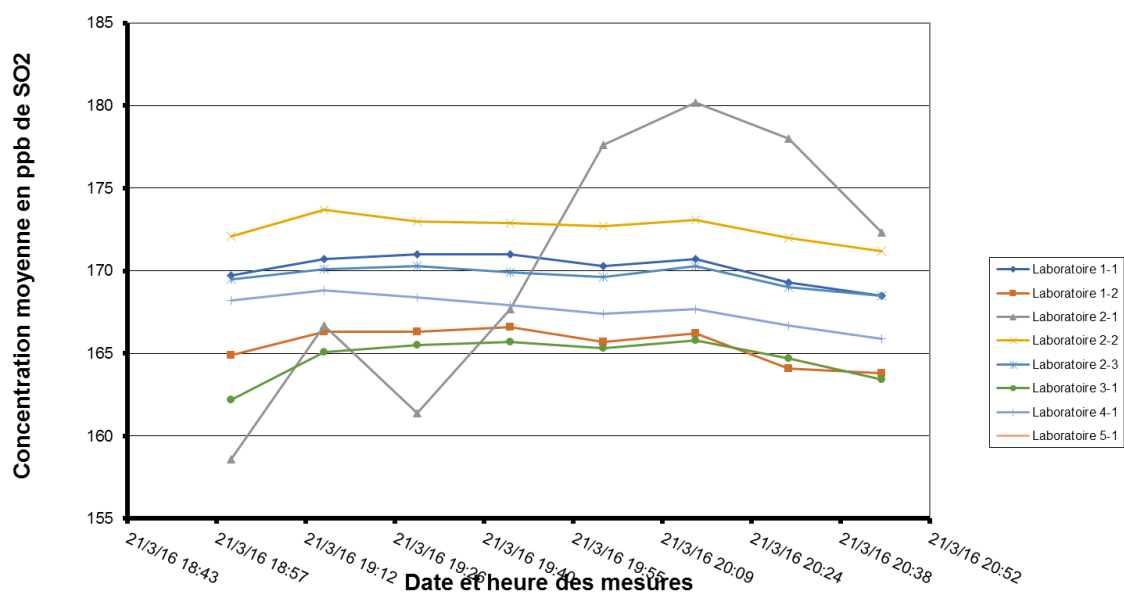


Polluant SO₂

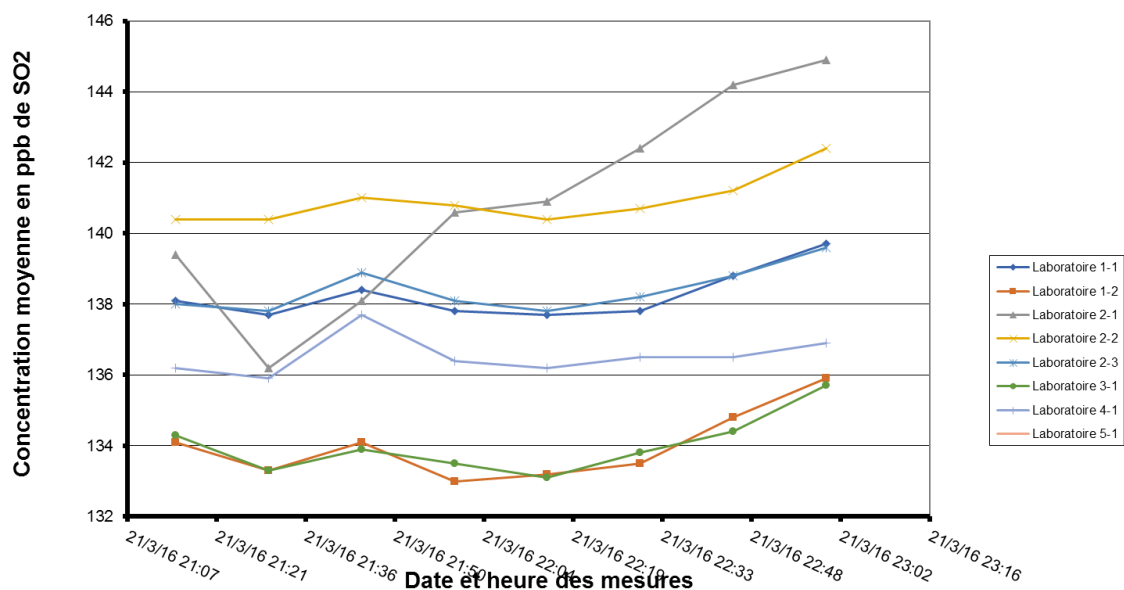
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant SO₂
Période de dopage n° 1/7



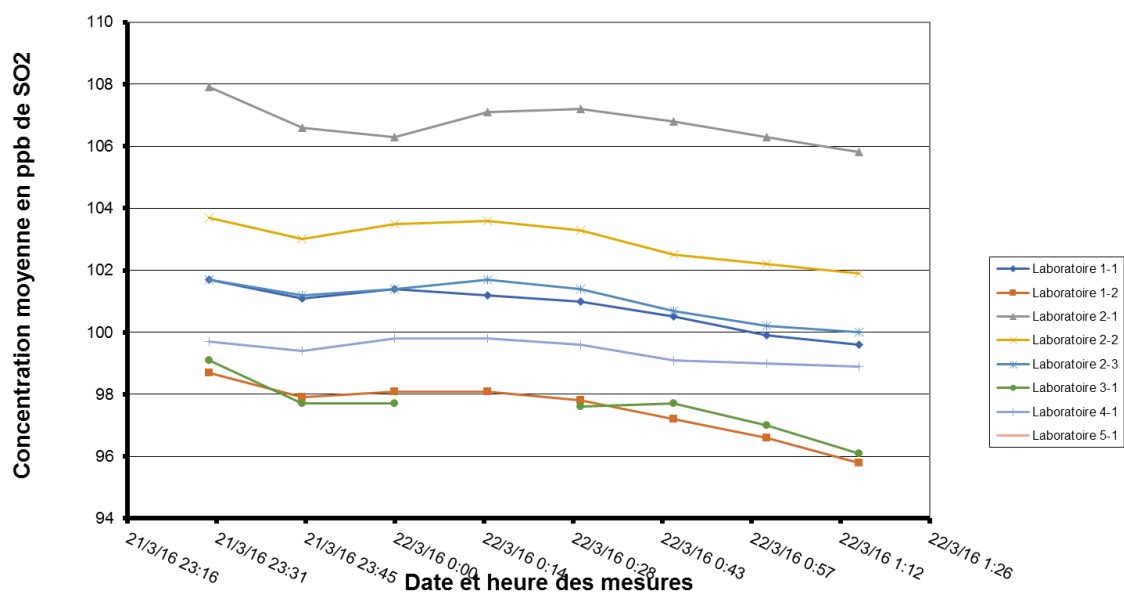
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant SO₂
Période de dopage n° 2/7



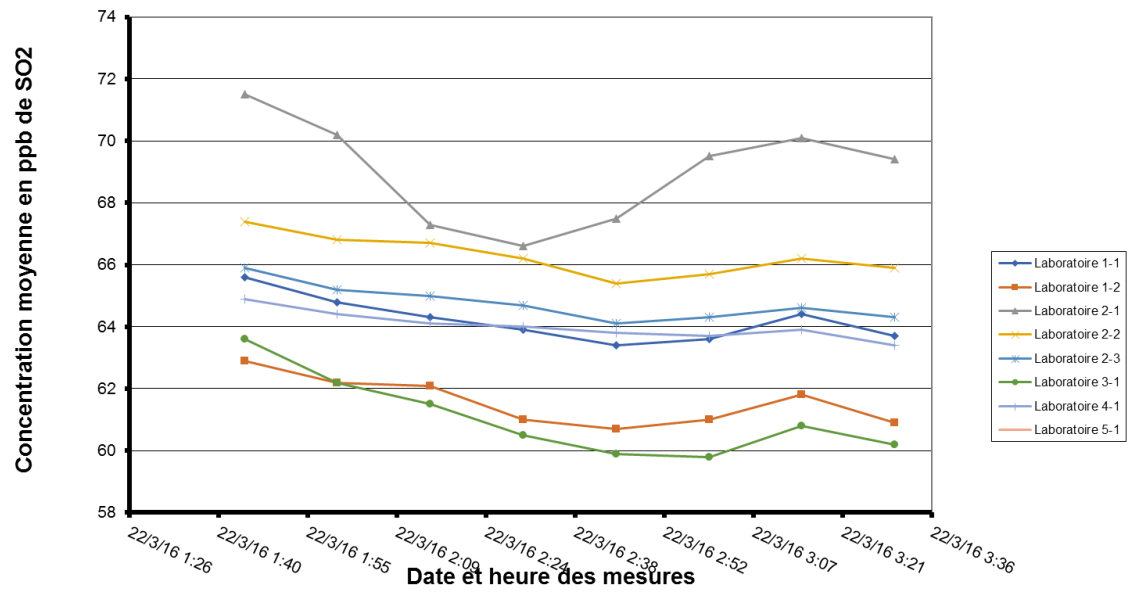
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant SO2
Période de dopage n° 3/7



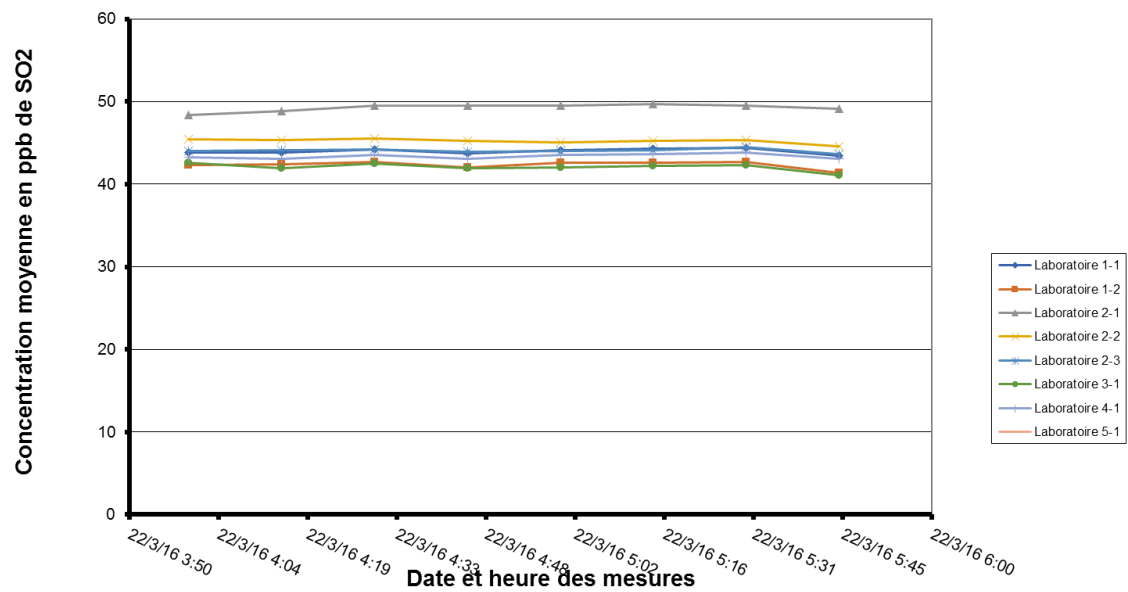
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant SO2
Période de dopage n° 4/7



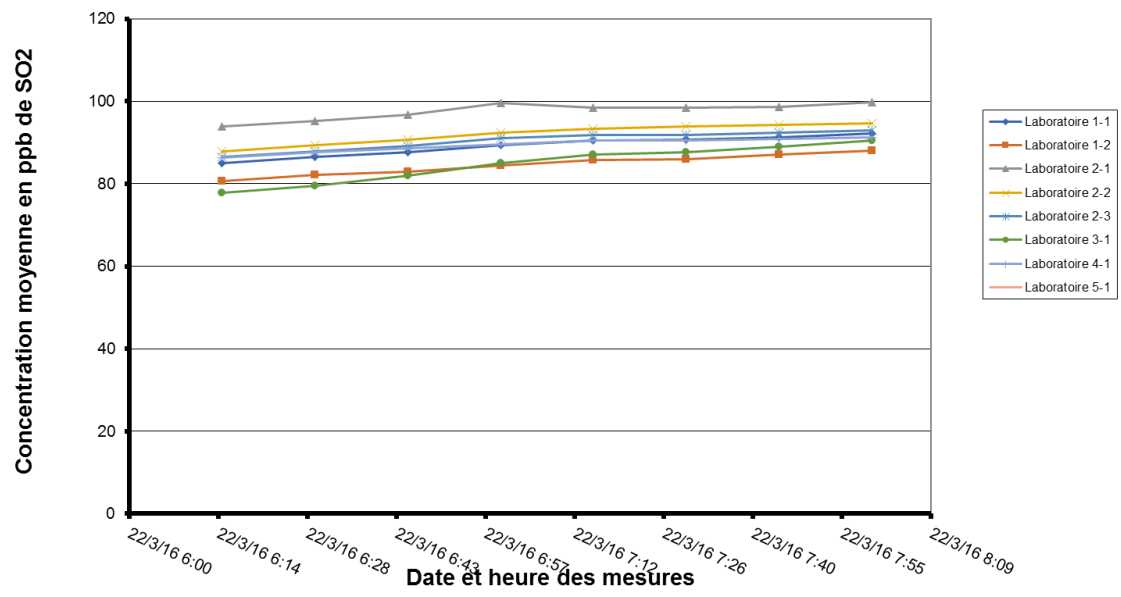
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant SO2
Période de dopage n° 5/7



Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant SO2
Période de dopage n° 6/7

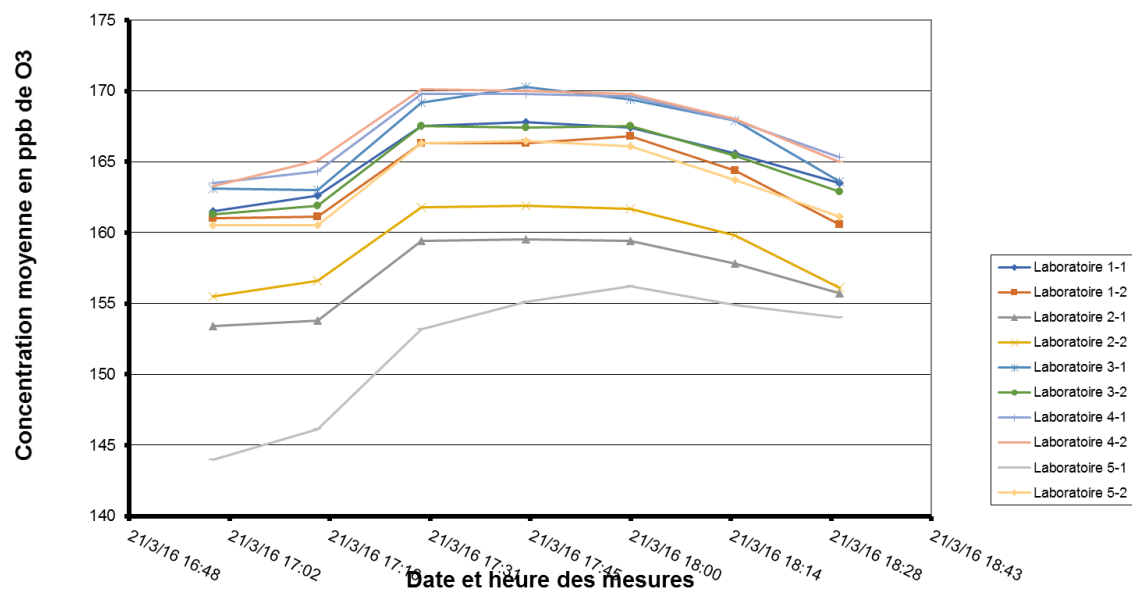


Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant SO2 **Période de dopage n° 7/7**

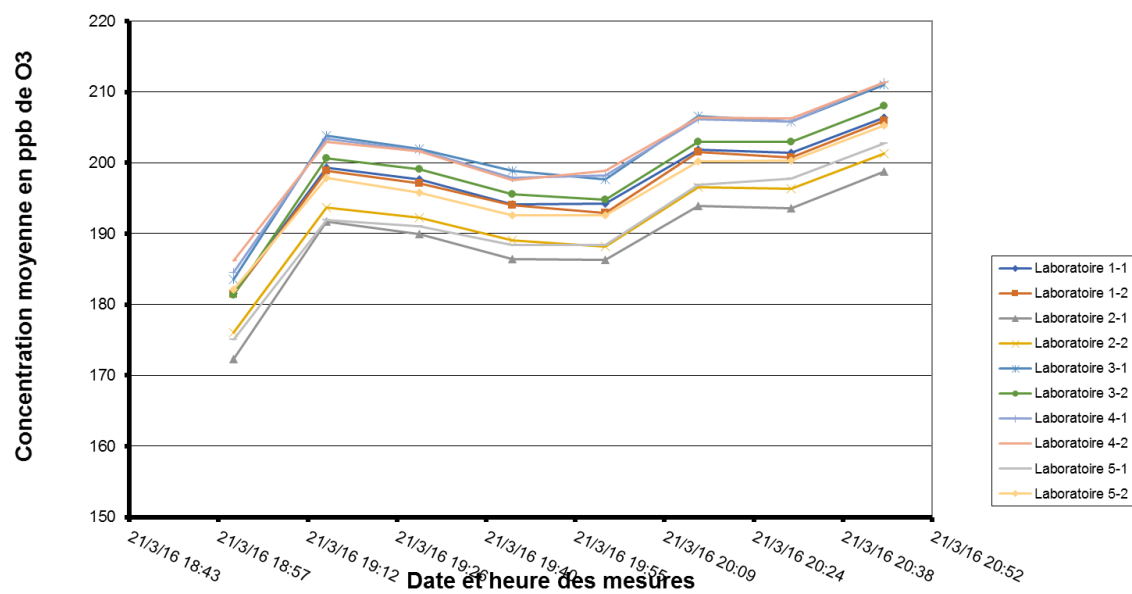


Polluant O₃

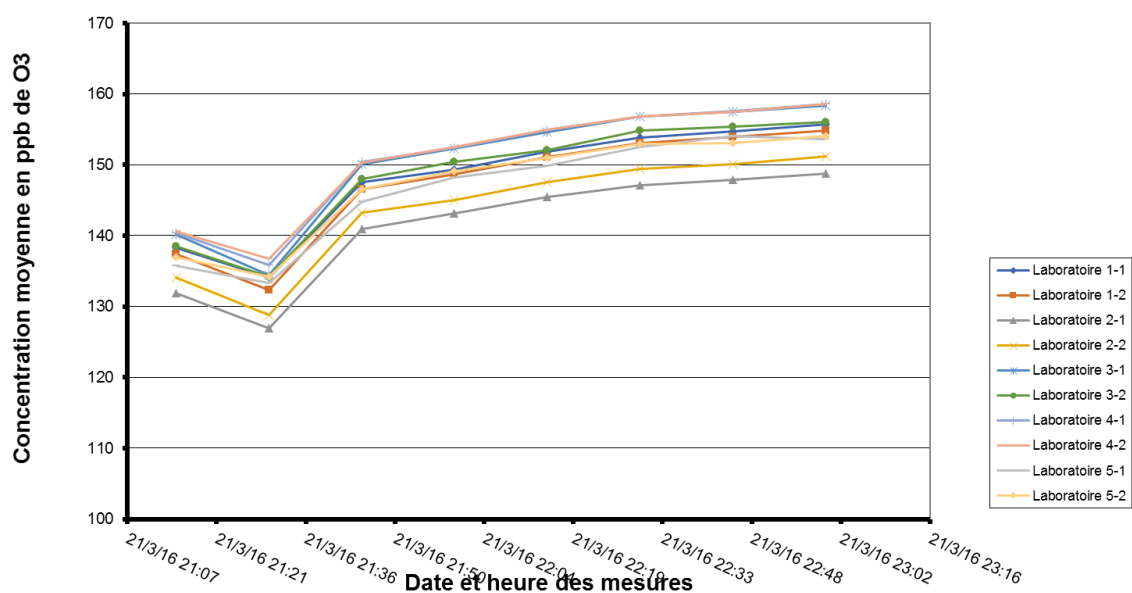
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O₃
Période de dopage n° 1/10



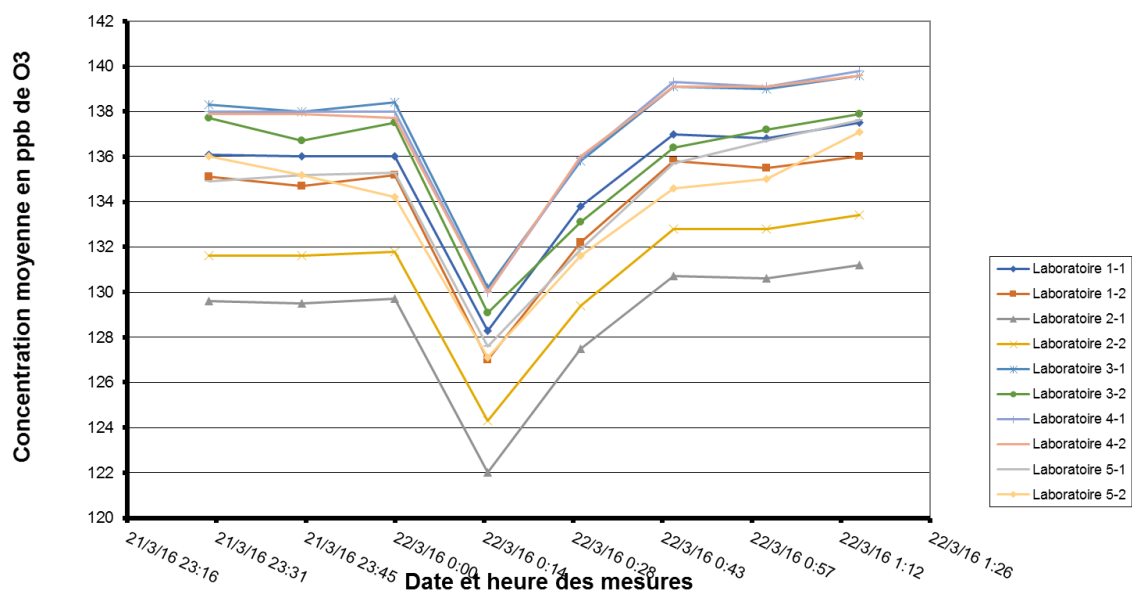
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O₃
Période de dopage n° 2/10



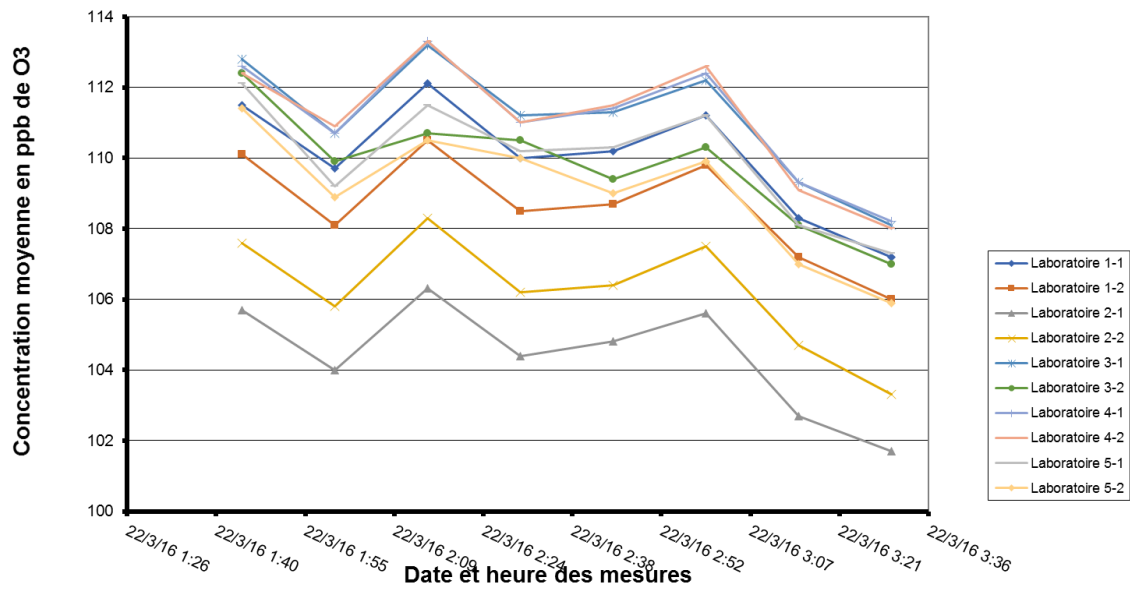
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O3
Période de dopage n° 3/10



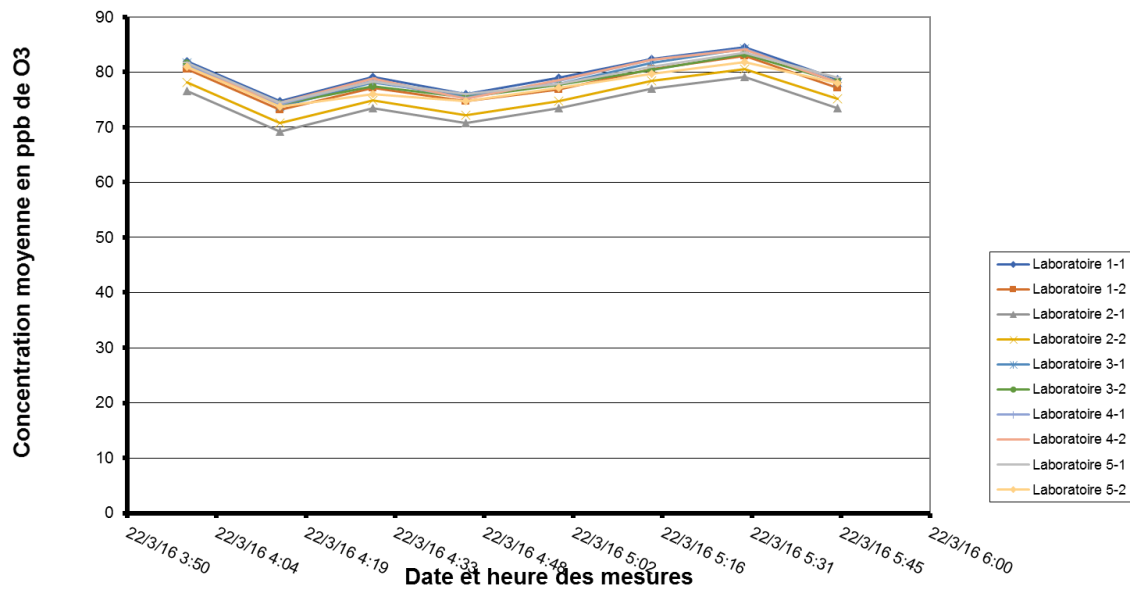
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O3
Période de dopage n° 4/10



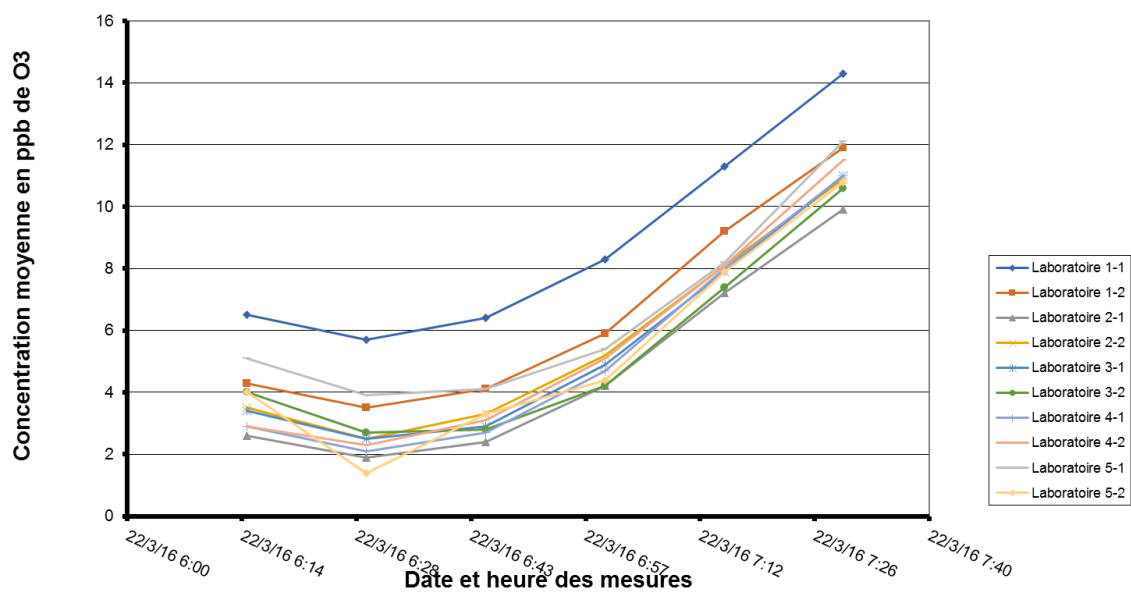
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O3
Période de dopage n° 5/10



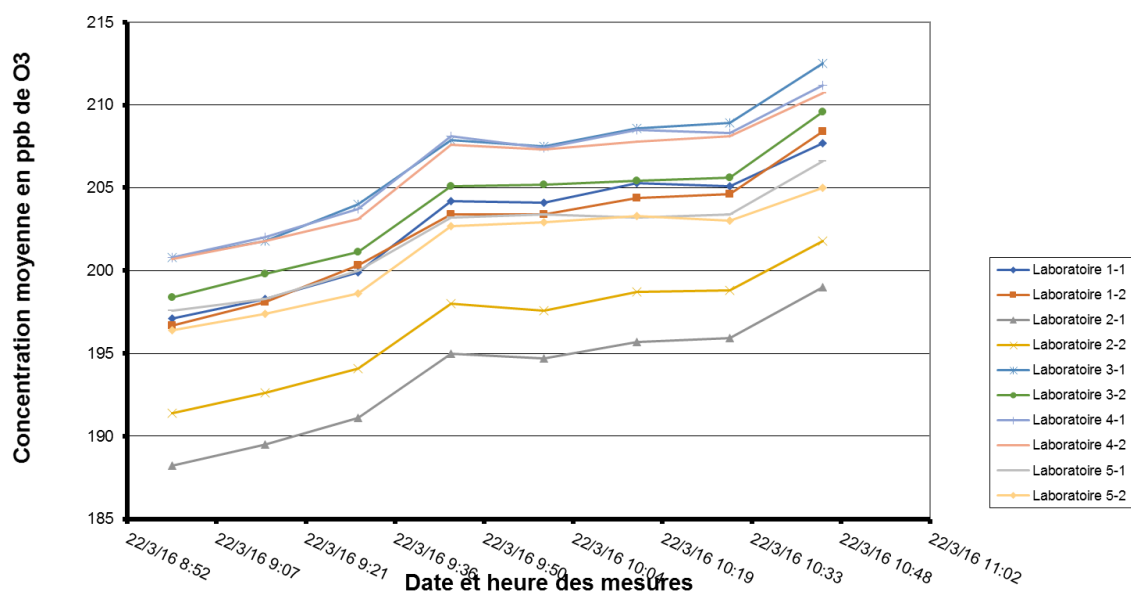
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O3
Période de dopage n° 6/10



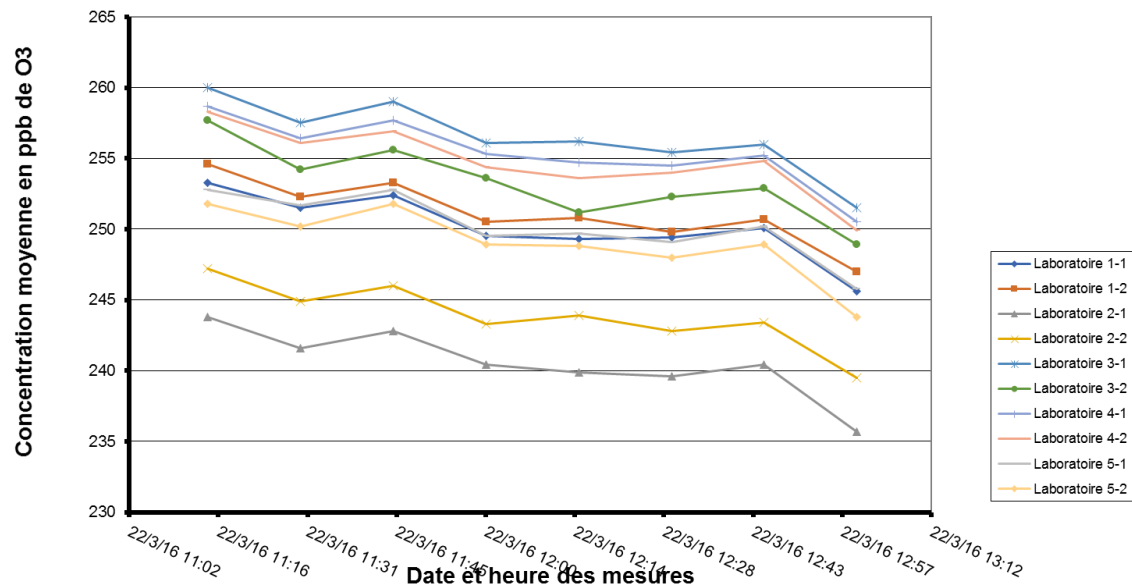
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O3
Période de dopage n° 7/10



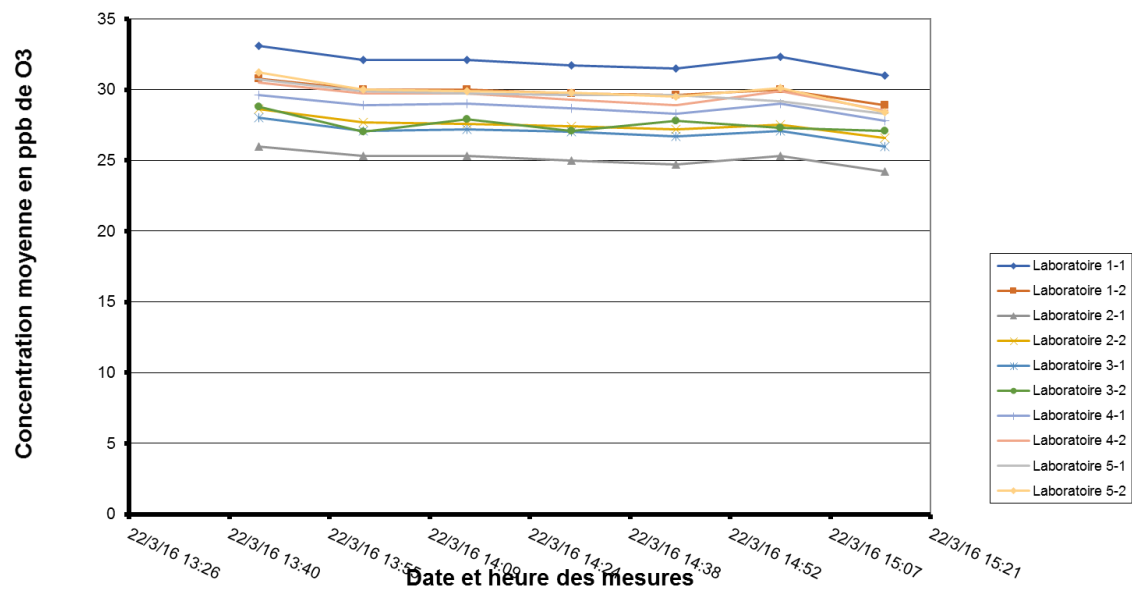
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O3
Période de dopage n° 8/10



Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O3
Période de dopage n° 9/10

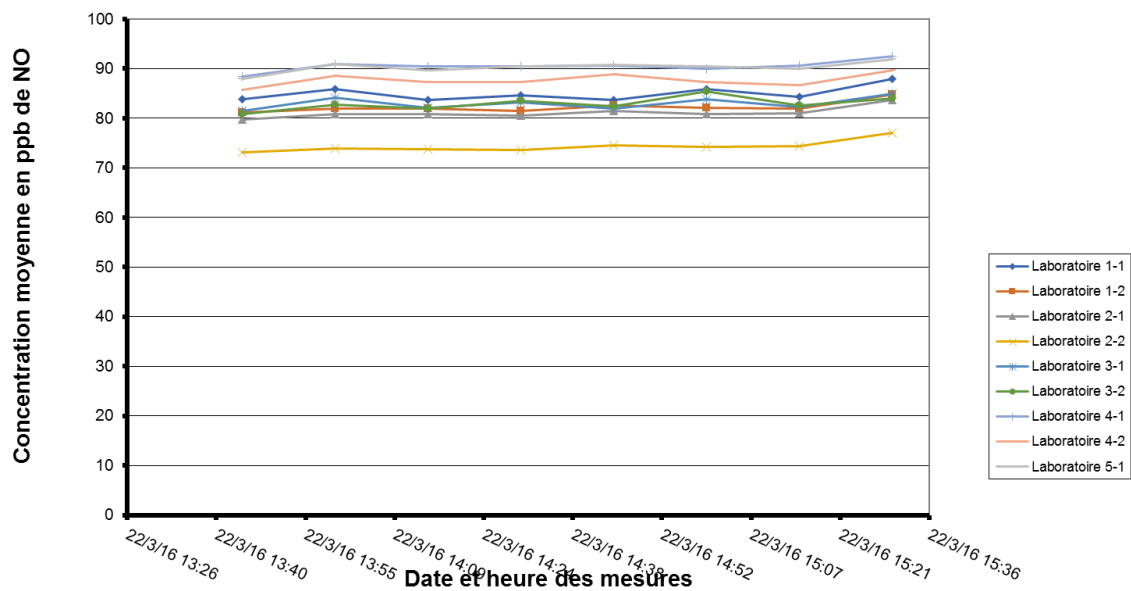


Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant O3
Période de dopage n° 10/10

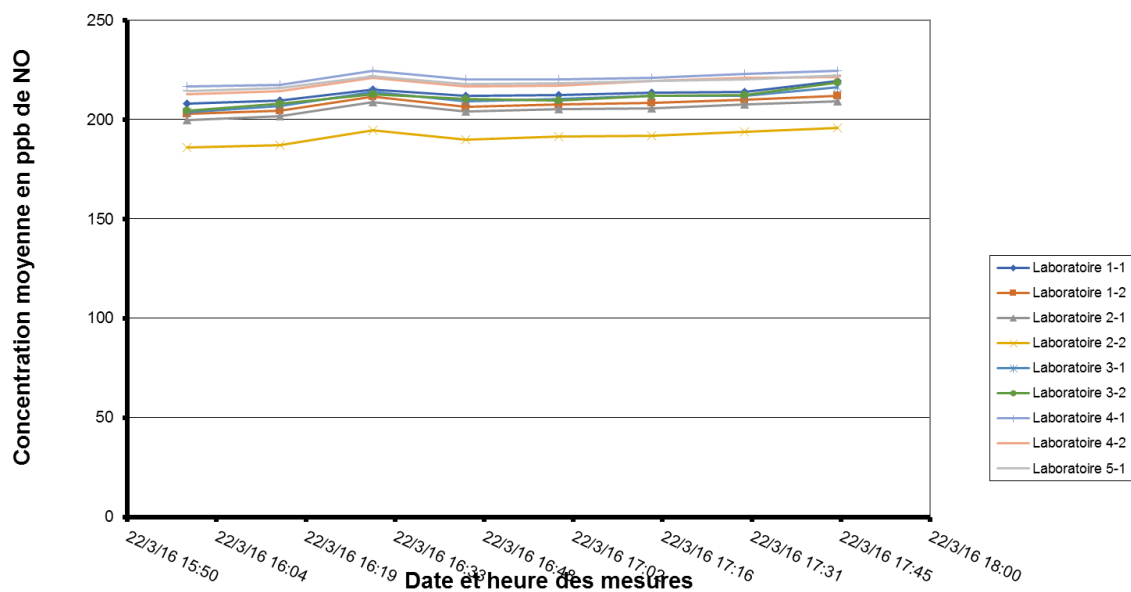


Polluant NO

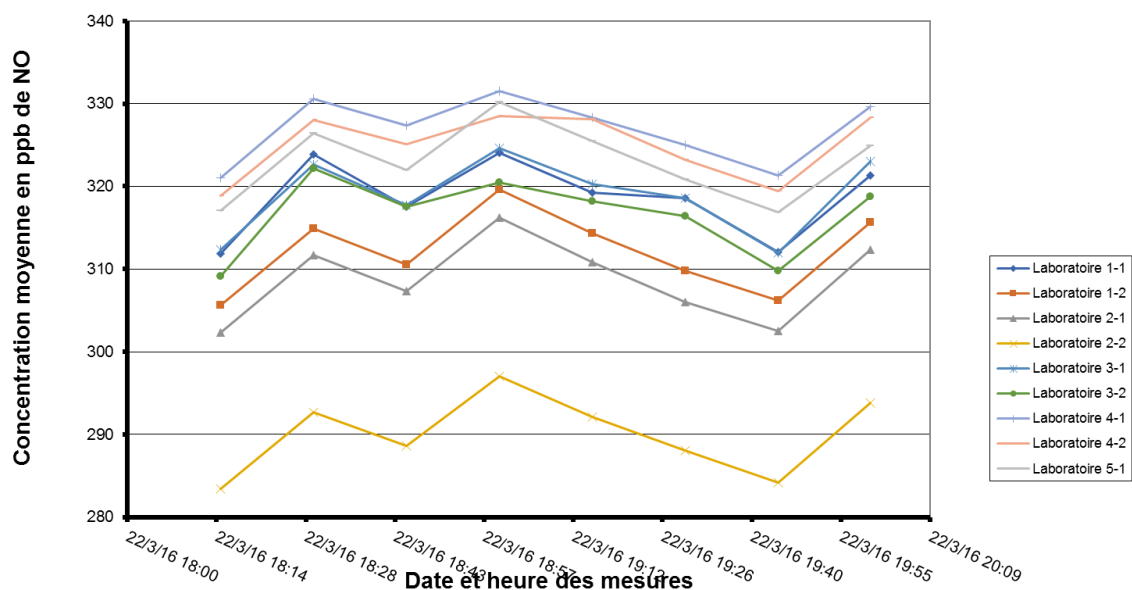
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO
Période de dopage n° 1/7



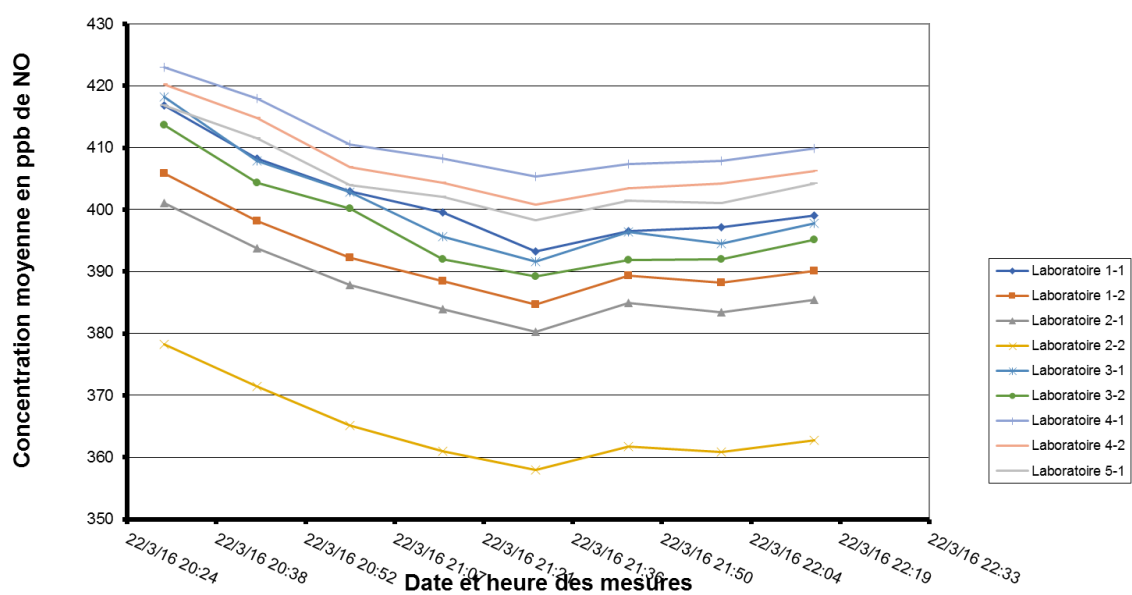
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO
Période de dopage n° 2/7



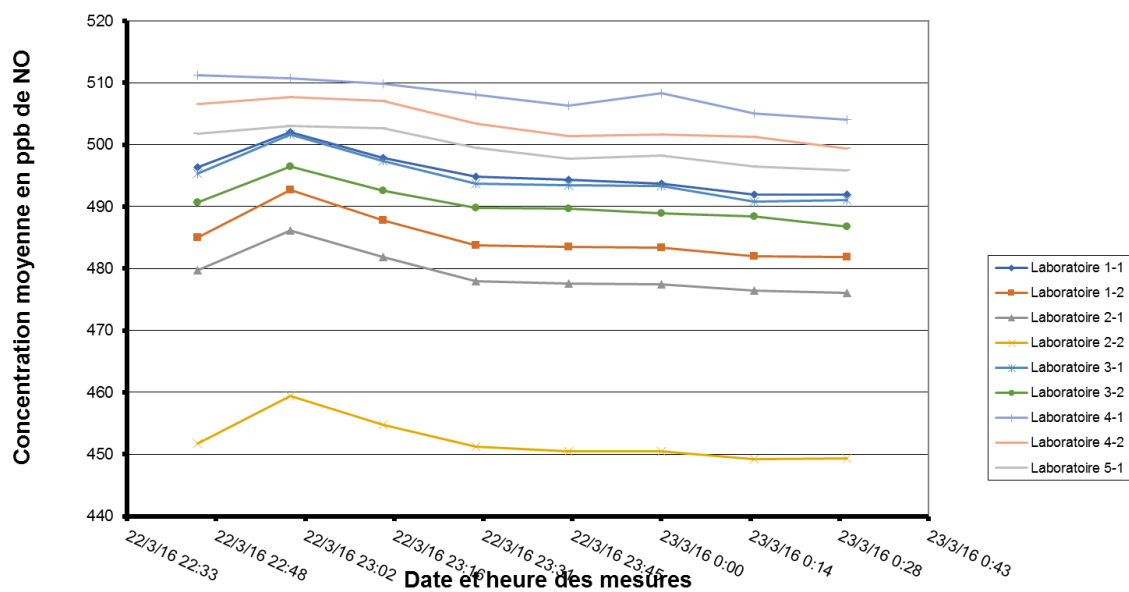
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO
Période de dopage n° 3/7



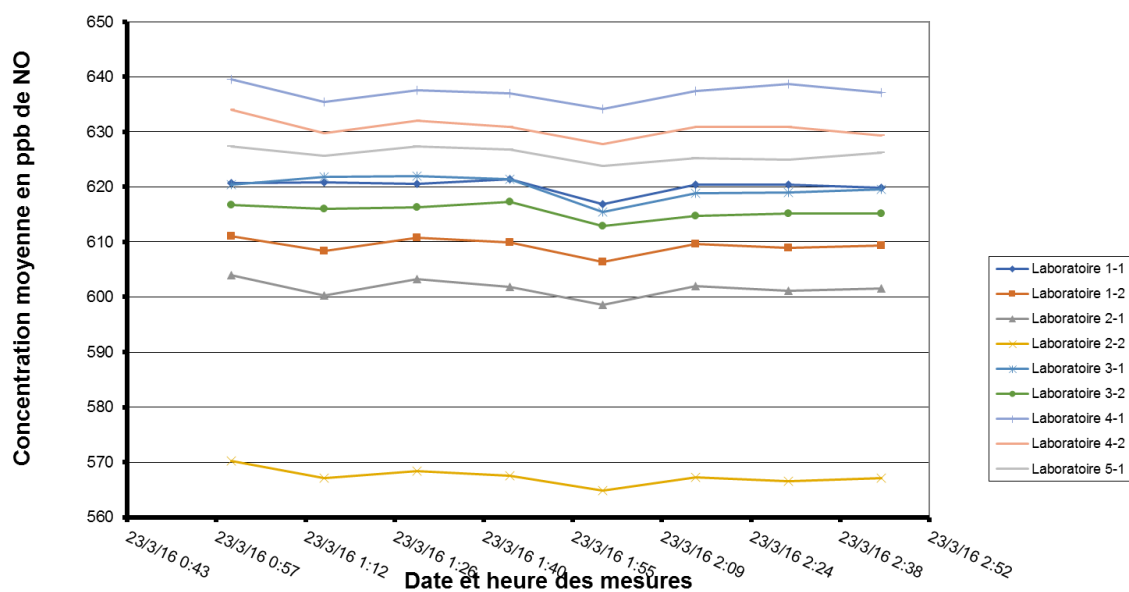
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO
Période de dopage n° 4/7



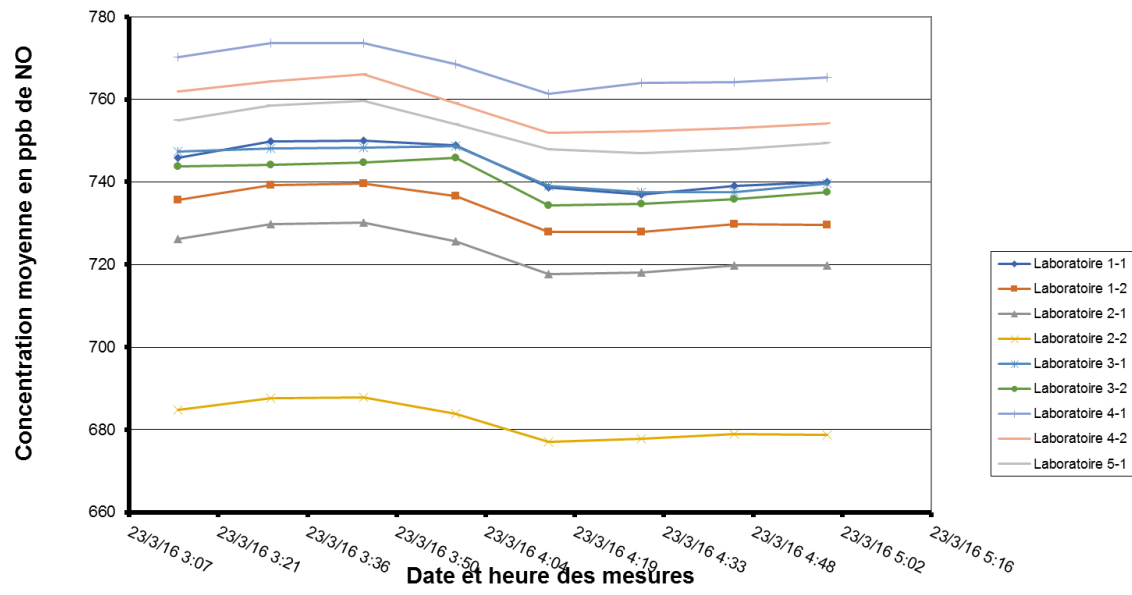
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO
Période de dopage n° 5/7



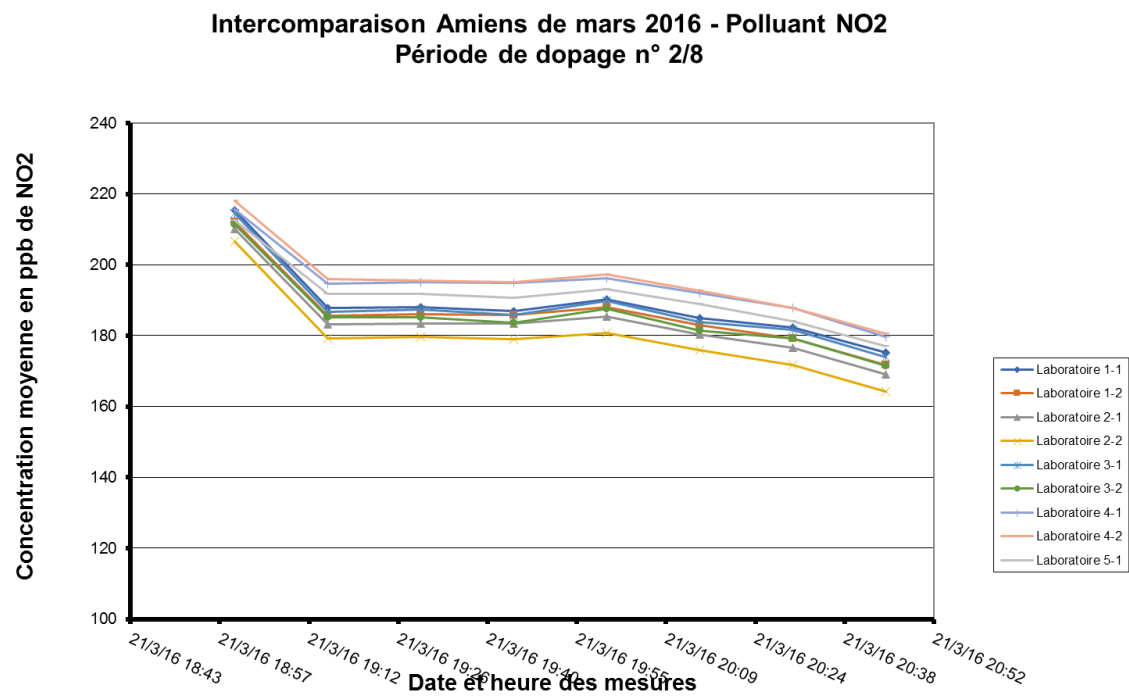
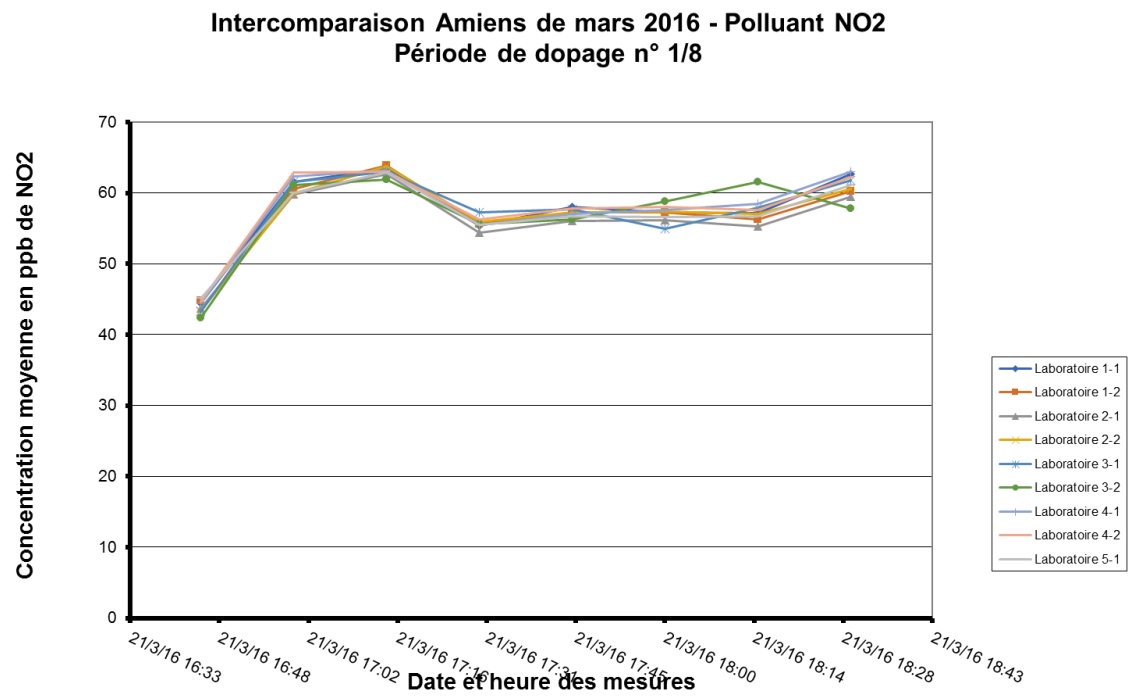
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO
Période de dopage n° 6/7



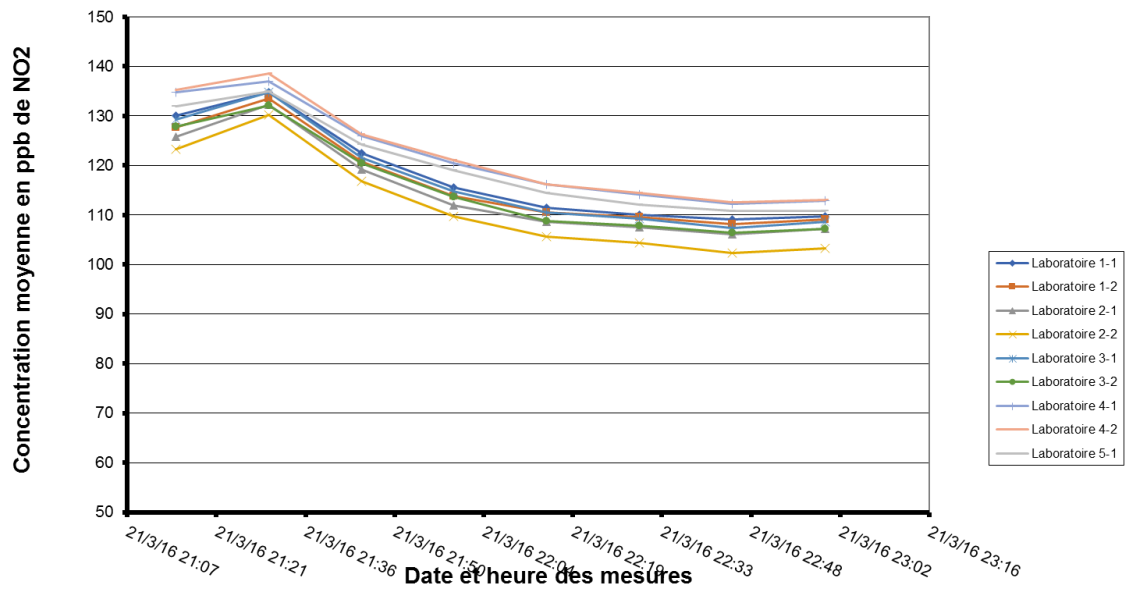
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO
Période de dopage n° 7/7



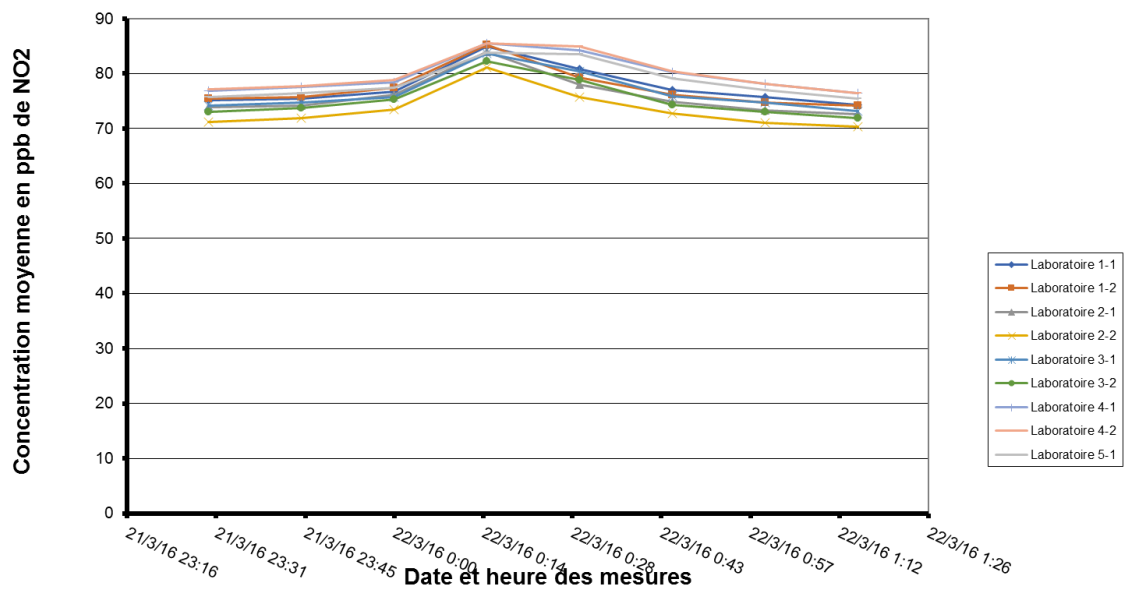
Polluant NO₂



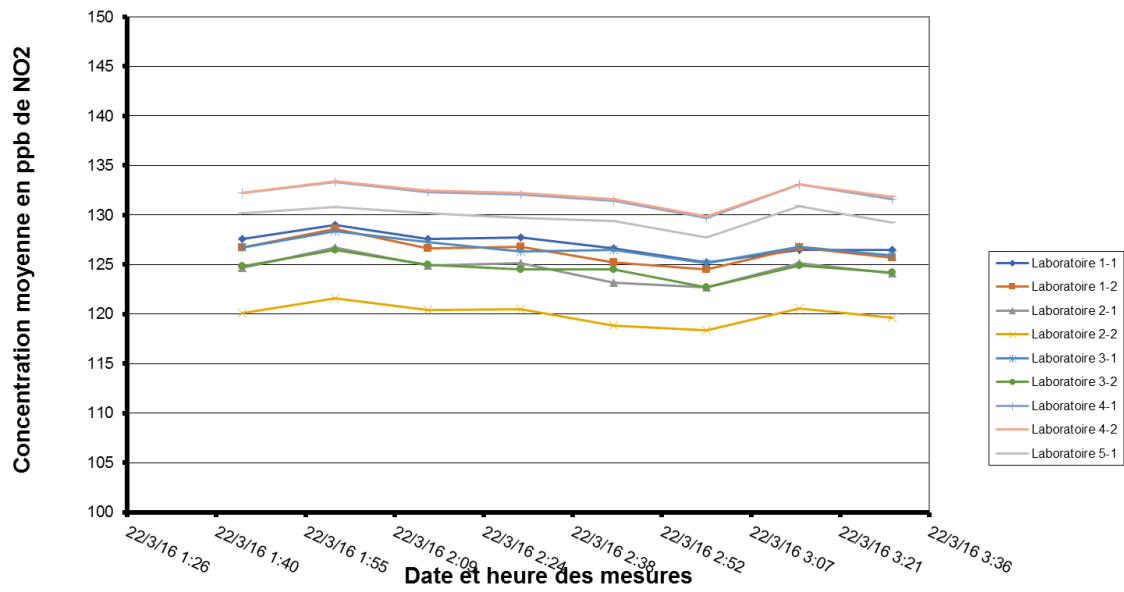
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO2
Période de dopage n° 3/8



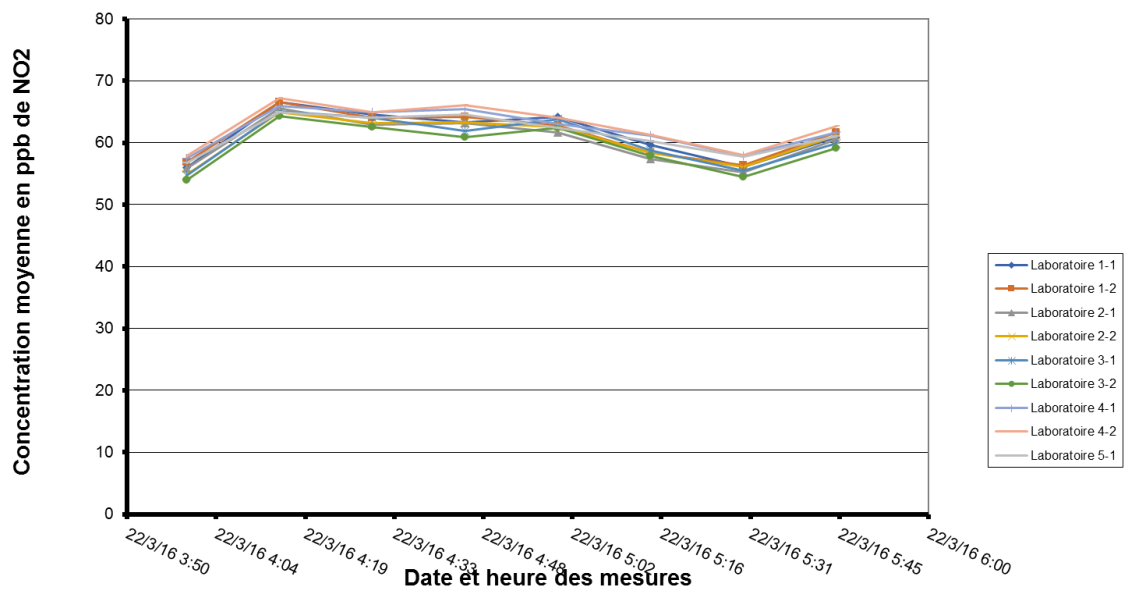
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO2
Période de dopage n° 4/8



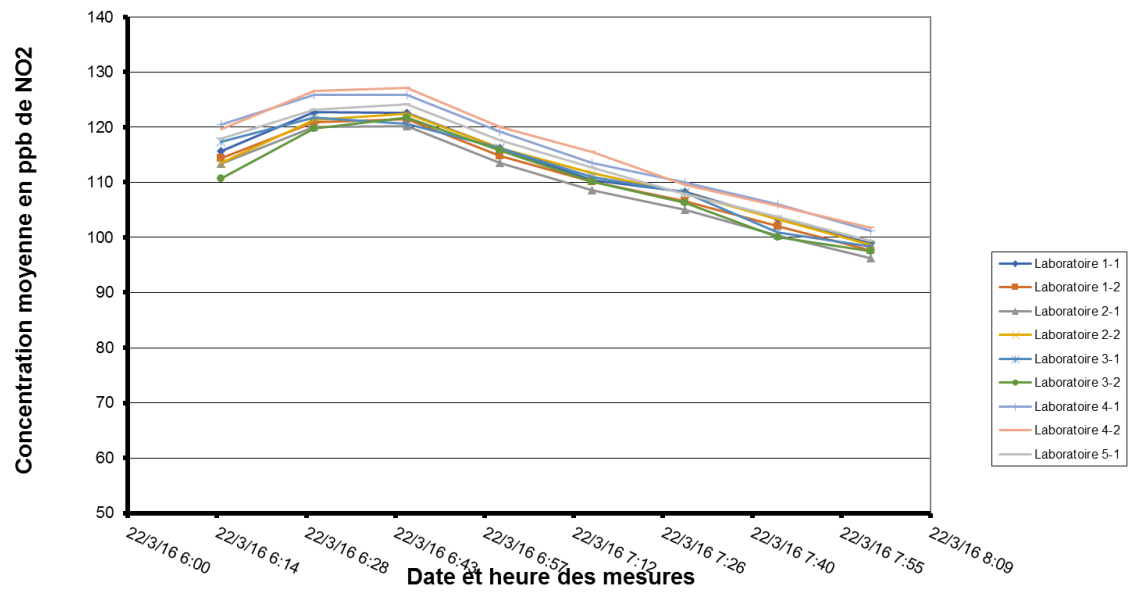
Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO2
Période de dopage n° 5/8



Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO2
Période de dopage n° 6/8



Intercomparaison Amiens de mars 2016 - Polluant NO2
Période de dopage n° 7/8



ANNEXE 3

Résultats synthétiques des participants

Laboratoire 1

Polluant CO

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 16:45	1,640	1,570	0	0	0	0	0	0	1,665	0,045	0,828	0,086
	21/03/2016 17:00	1,670	1,630										
	21/03/2016 17:15	1,650	1,620										
	21/03/2016 17:30	1,690	1,650										
	21/03/2016 17:45	1,690	1,630										
	21/03/2016 18:00	1,700	1,660										
	21/03/2016 18:15	1,720	1,660										
2	21/03/2016 18:30	1,760	1,700	0	0	0	0	0	0	14,381	0,149	1,147	0,129
	21/03/2016 19:00	14,590	14,670										
	21/03/2016 19:15	14,580	14,610										
	21/03/2016 19:30	14,310	14,430										
	21/03/2016 19:45	14,270	14,340										
	21/03/2016 20:00	14,230	14,300										
	21/03/2016 20:15	14,260	14,320										
3	21/03/2016 20:30	14,300	14,380	0	0	0	0	0	0	8,951	0,061	1,374	0,051
	21/03/2016 20:45	14,210	14,290										
	21/03/2016 21:15	8,870	8,920										
	21/03/2016 21:30	8,920	8,950										
	21/03/2016 21:45	9,080	9,100										
	21/03/2016 22:00	8,960	9,000										
	21/03/2016 22:15	8,930	8,950										
4	21/03/2016 22:30	8,910	8,940	0	0	0	0	0	0	3,980	0,031	1,360	0,081
	21/03/2016 22:45	8,900	8,920										
	21/03/2016 23:00	8,920	8,940										
	21/03/2016 23:30	3,970	3,920										
	21/03/2016 23:45	3,980	3,950										
	22/03/2016 00:00	4,020	3,960										
	22/03/2016 00:15	4,030	3,970										
5	22/03/2016 00:30	4,020	3,970	0	5	5	0	3	3	6,318	0,008	4,611	0,019
	22/03/2016 00:45	4,010	3,960										
	22/03/2016 01:00	4,000	3,970										
	22/03/2016 01:15	4,000	3,950										
	22/03/2016 01:45	6,320	6,330										
	22/03/2016 02:00	6,300	6,300										
	22/03/2016 02:15	6,320	6,310										
6	22/03/2016 02:30	6,310	6,320	0	0	0	0	0	0	11,318	0,074	1,450	0,178
	22/03/2016 02:45	6,290	6,310										
	22/03/2016 03:00	6,290	6,300										
	22/03/2016 03:15	6,290	6,300										
	22/03/2016 03:30	6,280	6,290										
	22/03/2016 04:00	11,220	11,320										
	22/03/2016 04:15	11,240	11,340										
7	22/03/2016 04:30	11,230	11,330	0	0	0	0	0	0	7,778	0,032	4,165	0,068
	22/03/2016 04:45	11,210	11,310										
	22/03/2016 05:00	11,270	11,370										
	22/03/2016 05:15	11,310	11,430										
	22/03/2016 05:30	11,340	11,460										
	22/03/2016 05:45	11,300	11,410										
	22/03/2016 06:15	7,730	7,780										
	22/03/2016 06:30	7,790	7,830	0	2	2	0	6	6	7,778	0,032	4,165	0,068
	22/03/2016 06:45	7,760	7,780										
	22/03/2016 07:00	7,760	7,800										
	22/03/2016 07:15	7,780	7,820										
	22/03/2016 07:30	7,770	7,830										
	22/03/2016 07:45	7,760	7,790										
	22/03/2016 08:00	7,720	7,750										

Polluant SO₂

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 16:45	16,600	16,400	0	0	0	0	0	0	16,256	0,280	-0,039	0,764
	21/03/2016 17:00	16,500	16,200										
	21/03/2016 17:15	16,600	16,100										
	21/03/2016 17:30	16,500	16,100										
	21/03/2016 17:45	16,400	16,000										
	21/03/2016 18:00	16,500	16,000										
	21/03/2016 18:15	16,400	15,800										
2	21/03/2016 18:30	16,300	15,700	0	0	0	0	0	0	167,819	2,594	0,024	7,807
	21/03/2016 19:00	169,700	164,900										
	21/03/2016 19:15	170,700	166,300										
	21/03/2016 19:30	171,000	166,300										
	21/03/2016 19:45	171,000	166,600										
	21/03/2016 20:00	170,300	165,700										
	21/03/2016 20:15	170,700	166,200										
3	21/03/2016 20:30	169,300	164,100	0	0	0	0	0	0	136,119	2,349	-0,196	7,145
	21/03/2016 20:45	168,500	163,800										
	21/03/2016 21:15	138,100	134,100										
	21/03/2016 21:30	137,700	133,300										
	21/03/2016 21:45	138,400	134,100										
	21/03/2016 22:00	137,800	133,000										
	21/03/2016 22:15	137,700	133,200										
4	21/03/2016 22:30	137,800	133,500	0	0	0	0	0	0	99,163	1,878	-0,263	5,489
	21/03/2016 22:45	138,800	134,800										
	21/03/2016 23:00	139,700	135,900										
	21/03/2016 23:30	101,700	98,700										
	21/03/2016 23:45	101,100	97,900										
	22/03/2016 00:00	101,400	98,100										
	22/03/2016 00:15	101,200	98,100										
5	22/03/2016 00:30	101,000	97,800	0	0	0	0	0	0	62,894	1,547	-0,290	4,422
	22/03/2016 00:45	100,500	97,200										
	22/03/2016 01:00	99,900	96,600										
	22/03/2016 01:15	99,600	95,800										
	22/03/2016 01:45	65,600	62,900										
	22/03/2016 02:00	64,800	62,200										
	22/03/2016 02:15	64,300	62,100										
6	22/03/2016 02:30	63,900	61,000	0	0	0	0	0	0	43,150	0,923	-0,272	2,733
	22/03/2016 02:45	63,400	60,700										
	22/03/2016 03:00	63,600	61,000										
	22/03/2016 03:15	64,400	61,800										
	22/03/2016 03:30	63,700	60,900										
	22/03/2016 04:00	43,800	42,300										
	22/03/2016 04:15	43,800	42,400										
7	22/03/2016 04:30	44,200	42,700	0	0	0	0	0	0	86,869	3,364	-0,416	7,517
	22/03/2016 04:45	43,700	42,000										
	22/03/2016 05:00	44,100	42,600										
	22/03/2016 05:15	44,300	42,600										
	22/03/2016 05:30	44,400	42,700										
	22/03/2016 05:45	43,400	41,400										
	22/03/2016 06:15	85,000	80,600										
	22/03/2016 06:30	86,500	82,200	0	0	0	0	0	0	86,869	3,364	-0,416	7,517
	22/03/2016 06:45	87,700	82,900										
	22/03/2016 07:00	89,300	84,400										
	22/03/2016 07:15	90,400	85,800										
	22/03/2016 07:30	90,600	86,000										
	22/03/2016 07:45	91,300	87,100										
	22/03/2016 08:00	92,100	88,000										

Polluant O₃

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	21/03/2016 17:00	161,500	161,000	0	0	0	0	0	0	164,457	2,687	0,315
	21/03/2016 17:15	162,600	161,100									
	21/03/2016 17:30	167,500	166,300									
	21/03/2016 17:45	167,800	166,300									
	21/03/2016 18:00	167,400	166,800									
	21/03/2016 18:15	165,600	164,400									
	21/03/2016 18:30	163,500	160,600									
	21/03/2016 19:00	181,600	181,400									
	21/03/2016 19:15	199,300	198,900									
	21/03/2016 19:30	197,700	197,100									
2	21/03/2016 19:45	194,100	194,000	0	0	0	0	0	0	196,806	7,189	0,090
	21/03/2016 20:00	194,200	192,900									
	21/03/2016 20:15	201,800	201,500									
	21/03/2016 20:30	201,400	200,700									
	21/03/2016 20:45	206,400	205,900									
	21/03/2016 21:15	138,300	137,400									
	21/03/2016 21:30	134,100	132,300									
	21/03/2016 21:45	147,500	146,600									
	21/03/2016 22:00	149,300	148,600									
	21/03/2016 22:15	151,800	151,100									
3	21/03/2016 22:30	153,800	153,100	0	0	0	0	0	0	147,688	7,822	0,042
	21/03/2016 22:45	154,700	153,900									
	21/03/2016 23:00	155,700	154,800									
	21/03/2016 23:30	136,100	135,100									
	21/03/2016 23:45	136,000	134,700									
	22/03/2016 00:00	136,000	135,200									
	22/03/2016 00:15	128,300	127,000									
	22/03/2016 00:30	133,800	132,200									
	22/03/2016 00:45	137,000	135,800									
	22/03/2016 01:00	136,800	135,500									
4	22/03/2016 01:15	137,500	136,000	0	0	0	0	0	0	109,319	1,698	0,069
	22/03/2016 01:45	111,500	110,100									
	22/03/2016 02:00	109,700	108,100									
	22/03/2016 02:15	112,100	110,500									
	22/03/2016 02:30	110,000	108,500									
	22/03/2016 02:45	110,200	108,700									
	22/03/2016 03:00	111,200	109,800									
	22/03/2016 03:15	108,300	107,200									
	22/03/2016 03:30	107,200	106,000									
	22/03/2016 04:00	81,900	80,500									
6	22/03/2016 04:15	74,800	73,200	0	0	0	0	0	0	78,719	3,269	0,388
	22/03/2016 04:30	79,100	77,100									
	22/03/2016 04:45	76,000	74,700									
	22/03/2016 05:00	79,000	76,900									
	22/03/2016 05:15	82,400	80,600									
	22/03/2016 05:30	84,500	83,000									
	22/03/2016 05:45	78,700	77,100									
	22/03/2016 06:15	6,500	4,300									
	22/03/2016 06:30	5,700	3,500									
	22/03/2016 06:45	6,400	4,100									
7	22/03/2016 07:00	8,300	5,900	0	1	1	0	2	2	7,720	3,737	1,925
	22/03/2016 07:15	11,300	9,200									
	22/03/2016 07:30	14,300	11,900									
	22/03/2016 09:00	197,100	196,700									
	22/03/2016 09:15	198,300	198,100									
	22/03/2016 09:30	199,900	200,300									
	22/03/2016 09:45	204,200	203,400									
	22/03/2016 10:00	204,100	203,400									
	22/03/2016 10:15	205,300	204,400									
	22/03/2016 10:30	205,100	204,600									
8	22/03/2016 10:45	207,700	208,400	0	0	0	0	0	0	202,563	3,678	0,096
	22/03/2016 11:15	253,300	254,600									
	22/03/2016 11:30	251,500	252,300									
	22/03/2016 11:45	252,400	253,300									
	22/03/2016 12:00	249,500	250,500									
	22/03/2016 12:15	249,300	250,800									
	22/03/2016 12:30	249,400	249,800									
	22/03/2016 12:45	250,100	250,700									
	22/03/2016 13:00	245,600	247,000									
	22/03/2016 13:45	33,100	30,800									
10	22/03/2016 14:00	32,100	30,000	0	0	0	0	0	0	30,914	1,248	1,066
	22/03/2016 14:15	32,100	30,000									
	22/03/2016 14:30	31,700	29,700									
	22/03/2016 14:45	31,500	29,600									
	22/03/2016 15:00	32,300	30,000									
	22/03/2016 15:15	31,000	28,900									

Polluant NO

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	22/03/2016 13:45	83,800	81,100	0	0	0	0	0	0	83,588	1,911	-0,195	4,841
	22/03/2016 14:00	85,800	82,000										
	22/03/2016 14:15	83,600	82,000										
	22/03/2016 14:30	84,600	81,400										
	22/03/2016 14:45	83,700	82,500										
	22/03/2016 15:00	85,900	82,100										
	22/03/2016 15:15	84,300	81,900										
	22/03/2016 15:30	88,000	84,700										
2	22/03/2016 16:00	207,900	202,700	0	0	0	0	0	0	210,425	4,211	-0,115	8,809
	22/03/2016 16:15	209,600	204,300										
	22/03/2016 16:30	215,000	211,400										
	22/03/2016 16:45	212,100	206,500										
	22/03/2016 17:00	212,400	207,600										
	22/03/2016 17:15	213,700	208,400										
	22/03/2016 17:30	213,900	210,000										
	22/03/2016 17:45	219,400	211,900										
3	22/03/2016 18:15	311,900	305,600	0	0	0	0	0	0	315,319	5,716	-0,079	11,196
	22/03/2016 18:30	323,900	314,900										
	22/03/2016 18:45	317,500	310,500										
	22/03/2016 19:00	324,100	319,600										
	22/03/2016 19:15	319,200	314,300										
	22/03/2016 19:30	318,600	309,800										
	22/03/2016 19:45	312,100	306,200										
	22/03/2016 20:00	321,300	315,600										
4	22/03/2016 20:30	416,800	405,800	0	0	0	0	0	0	396,906	8,528	-0,026	16,178
	22/03/2016 20:45	408,300	398,200										
	22/03/2016 21:00	402,900	392,200										
	22/03/2016 21:15	399,600	388,400										
	22/03/2016 21:30	393,300	384,700										
	22/03/2016 21:45	396,500	389,300										
	22/03/2016 22:00	397,100	388,200										
	22/03/2016 22:15	399,100	390,100										
5	22/03/2016 22:45	496,300	485,000	0	0	0	0	0	0	490,175	6,311	-0,030	17,295
	22/03/2016 23:00	502,000	492,700										
	22/03/2016 23:15	497,800	487,800										
	22/03/2016 23:30	494,800	483,800										
	22/03/2016 23:45	494,300	483,500										
	23/03/2016 00:00	493,700	483,400										
	23/03/2016 00:15	491,900	482,000										
	23/03/2016 00:30	491,900	481,900										
6	23/03/2016 01:00	620,700	611,100	0	0	0	0	0	0	614,738	5,759	-0,028	18,162
	23/03/2016 01:15	620,900	608,400										
	23/03/2016 01:30	620,600	610,800										
	23/03/2016 01:45	621,400	609,900										
	23/03/2016 02:00	616,900	606,400										
	23/03/2016 02:15	620,400	609,700										
	23/03/2016 02:30	620,400	608,900										
	23/03/2016 02:45	619,900	609,400										
7	23/03/2016 03:15	745,800	735,700	0	0	0	0	0	0	738,463	7,409	-0,044	17,376
	23/03/2016 03:30	749,900	739,200										
	23/03/2016 03:45	750,100	739,700										
	23/03/2016 04:00	748,800	736,600										
	23/03/2016 04:15	738,700	727,900										
	23/03/2016 04:30	736,900	727,900										
	23/03/2016 04:45	739,000	729,800										
	23/03/2016 05:00	739,900	729,500										

Polluant NO₂

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 16:45	44,400	44,800	0	0	0	0	0	0	57,219	5,642	0,306	1,753
	21/03/2016 17:00	61,500	60,600										
	21/03/2016 17:15	63,400	63,900										
	21/03/2016 17:30	55,400	55,600										
	21/03/2016 17:45	58,000	57,200										
	21/03/2016 18:00	57,200	57,200										
	21/03/2016 18:15	57,100	56,300										
2	21/03/2016 18:30	62,700	60,200	0	0	0	0	0	0	187,650	11,312	-0,145	4,295
	21/03/2016 19:00	215,300	212,100										
	21/03/2016 19:15	187,900	185,500										
	21/03/2016 19:30	188,000	186,100										
	21/03/2016 19:45	187,000	185,900										
	21/03/2016 20:00	190,200	188,100										
	21/03/2016 20:15	185,000	182,900										
3	21/03/2016 20:30	182,400	179,100	0	0	0	0	0	0	117,263	9,529	-0,126	2,306
	21/03/2016 20:45	175,200	171,700										
	21/03/2016 21:15	130,000	127,700										
	21/03/2016 21:30	134,800	133,500										
	21/03/2016 21:45	122,500	120,800										
	21/03/2016 22:00	115,500	113,800										
	21/03/2016 22:15	111,400	110,500										
4	21/03/2016 22:30	110,000	109,600	0	0	0	0	0	0	77,375	3,467	0,051	1,273
	21/03/2016 22:45	109,100	108,100										
	21/03/2016 23:00	109,800	109,100										
	21/03/2016 23:30	75,100	75,400										
	21/03/2016 23:45	75,400	75,700										
	22/03/2016 00:00	76,700	77,400										
	22/03/2016 00:15	84,900	85,200										
5	22/03/2016 00:30	80,800	79,300	0	0	0	0	0	0	126,719	1,210	-0,132	1,437
	22/03/2016 00:45	77,000	76,100										
	22/03/2016 01:00	75,700	74,800										
	22/03/2016 01:15	74,300	74,200										
	22/03/2016 01:45	127,600	126,700										
	22/03/2016 02:00	129,000	128,600										
	22/03/2016 02:15	127,600	126,600										
6	22/03/2016 02:30	127,700	126,800	0	0	0	0	0	0	61,369	3,703	0,216	1,442
	22/03/2016 02:45	126,600	125,200										
	22/03/2016 03:00	125,200	124,500										
	22/03/2016 03:15	126,500	126,700										
	22/03/2016 03:30	126,500	125,700										
	22/03/2016 04:00	56,000	56,900										
	22/03/2016 04:15	66,500	66,500										
7	22/03/2016 04:30	64,500	64,000	0	0	0	0	0	0	111,638	8,312	-0,366	2,225
	22/03/2016 04:45	63,300	64,200										
	22/03/2016 05:00	64,200	62,800										
	22/03/2016 05:15	59,600	58,400										
	22/03/2016 05:30	56,100	56,300										
	22/03/2016 05:45	60,900	61,700										
	22/03/2016 06:15	115,600	114,400										
8	22/03/2016 06:30	122,700	120,900	0	0	0	0	0	0	124,039	1,570	-0,086	2,118
	22/03/2016 06:45	122,600	121,500										
	22/03/2016 07:00	116,200	114,800										
	22/03/2016 07:15	110,400	110,200										
	22/03/2016 07:30	108,300	106,600										
	22/03/2016 07:45	103,300	102,000										
	22/03/2016 08:00	99,000	97,700										
	22/03/2016 09:00	124,000	122,700	0	0	0	0	0	0	124,039	1,570	-0,086	2,118
	22/03/2016 09:15	128,600	126,000										
	22/03/2016 09:30	124,800	124,200										
	22/03/2016 09:45	124,600	123,300										
	22/03/2016 10:00	124,300	123,100										
	22/03/2016 10:15	124,000	122,300										
	22/03/2016 10:30	123,600	123,200										
	22/03/2016 10:45	125,100	124,700	0	0	0	0	0	0	124,039	1,570	-0,086	2,118
	22/03/2016 11:00	122,000	122,200										

Laboratoire 2

Polluant CO

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 16:45	1,580	1,600	0	0	0	0	0	0	1,633	0,035	0,389	0,039
	21/03/2016 17:00	1,610	1,630										
	21/03/2016 17:15	1,590	1,600										
	21/03/2016 17:30	1,620	1,640										
	21/03/2016 17:45	1,620	1,640										
	21/03/2016 18:00	1,630	1,660										
	21/03/2016 18:15	1,640	1,670										
	21/03/2016 18:30	1,680	1,710										
2	21/03/2016 19:00	14,140	14,360	0	0	0	0	0	0	14,007	0,182	-0,823	0,357
	21/03/2016 19:15	14,130	14,340										
	21/03/2016 19:30	13,870	14,080										
	21/03/2016 19:45	13,830	14,040										
	21/03/2016 20:00	13,800	14,010										
	21/03/2016 20:15	13,820	14,040										
	21/03/2016 20:30	13,850	14,070										
	21/03/2016 20:45	13,760	13,970										
3	21/03/2016 21:15	8,600	8,740	0	0	0	0	0	0	8,728	0,092	-0,563	0,226
	21/03/2016 21:30	8,650	8,780										
	21/03/2016 21:45	8,800	8,940										
	21/03/2016 22:00	8,680	8,820										
	21/03/2016 22:15	8,650	8,780										
	21/03/2016 22:30	8,640	8,770										
	21/03/2016 22:45	8,620	8,750										
	21/03/2016 23:00	8,640	8,780										
4	21/03/2016 23:30	3,820	3,880	0	0	0	0	0	0	3,876	0,035	0,148	0,103
	21/03/2016 23:45	3,830	3,890										
	22/03/2016 00:00	3,860	3,920										
	22/03/2016 00:15	3,860	3,930										
	22/03/2016 00:30	3,860	3,920										
	22/03/2016 00:45	3,850	3,910										
	22/03/2016 01:00	3,840	3,900										
	22/03/2016 01:15	3,840	3,900										
5	22/03/2016 01:45	6,100	6,190	0	0	0	0	0	0	6,123	0,054	0,091	0,165
	22/03/2016 02:00	6,070	6,170										
	22/03/2016 02:15	6,100	6,200										
	22/03/2016 02:30	6,090	6,190										
	22/03/2016 02:45	6,060	6,160										
	22/03/2016 03:00	6,060	6,160										
	22/03/2016 03:15	6,060	6,160										
	22/03/2016 03:30	6,050	6,150										
6	22/03/2016 04:00	10,830	11,010	0	0	0	0	0	0	10,968	0,101	-0,565	0,297
	22/03/2016 04:15	10,860	11,040										
	22/03/2016 04:30	10,850	11,020										
	22/03/2016 04:45	10,830	11,010										
	22/03/2016 05:00	10,880	11,060										
	22/03/2016 05:15	10,930	11,100										
	22/03/2016 05:30	10,940	11,120										
	22/03/2016 05:45	10,910	11,090										
7	22/03/2016 06:15	7,470	7,590	0	0	0	0	0	0	7,547	0,069	-0,196	0,211
	22/03/2016 06:30	7,520	7,640										
	22/03/2016 06:45	7,480	7,610										
	22/03/2016 07:00	7,490	7,610										
	22/03/2016 07:15	7,500	7,630										
	22/03/2016 07:30	7,490	7,620										
	22/03/2016 07:45	7,480	7,610										
	22/03/2016 08:00	7,440	7,570										

Polluant SO₂

Palier	Date	avant analyse			Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
		Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	21/03/2016 16:45	22,700	17,700	17,000	7	0	7	0	0	0	17,167	0,702	1,252
	21/03/2016 17:00	25,200	17,500	16,900									
	21/03/2016 17:15	34,000	17,300	16,900									
	21/03/2016 17:30	33,800	17,200	16,900									
	21/03/2016 17:45	27,600	17,300	16,900									
	21/03/2016 18:00	31,400	17,100	16,500									
	21/03/2016 18:15	17,900	17,100	16,500									
	21/03/2016 18:30	-10,200	17,100	16,500									
	21/03/2016 19:00	158,600	172,100	169,500									
	21/03/2016 19:15	166,700	173,700	170,100									
2	21/03/2016 19:30	161,400	173,000	170,300	0	0	0	0	0	0	170,850	4,642	1,090
	21/03/2016 19:45	167,700	172,900	169,900									
	21/03/2016 20:00	177,600	172,700	169,600									
	21/03/2016 20:15	180,200	173,100	170,300									
	21/03/2016 20:30	178,000	172,000	169,000									
	21/03/2016 20:45	172,300	171,200	168,500									
	21/03/2016 21:15	139,400	140,400	138,000									
	21/03/2016 21:30	136,200	140,400	137,800									
	21/03/2016 21:45	138,100	141,000	138,900									
	21/03/2016 22:00	140,600	140,800	138,100									
3	21/03/2016 22:15	140,900	140,400	137,800	0	0	0	0	0	0	140,050	2,086	1,186
	21/03/2016 22:30	142,400	140,700	138,200									
	21/03/2016 22:45	144,200	141,200	138,800									
	21/03/2016 23:00	144,900	142,400	139,600									
	21/03/2016 23:30	107,900	103,700	101,700									
	21/03/2016 23:45	106,600	103,000	101,200									
	22/03/2016 00:00	106,300	103,500	101,400									
	22/03/2016 00:15	107,100	103,600	101,700									
	22/03/2016 00:30	107,200	103,300	101,400									
	22/03/2016 00:45	106,800	102,500	100,700									
4	22/03/2016 01:00	106,300	102,200	100,200	0	0	0	0	0	0	103,583	2,506	1,253
	22/03/2016 01:15	105,800	101,900	100,000									
	22/03/2016 01:45	71,500	67,400	65,900									
	22/03/2016 02:00	70,200	66,800	65,200									
	22/03/2016 02:15	67,300	66,700	65,000									
	22/03/2016 02:30	66,600	66,200	64,700									
	22/03/2016 02:45	67,500	65,400	64,100									
	22/03/2016 03:00	69,500	65,700	64,300									
	22/03/2016 03:15	70,100	66,200	64,600									
	22/03/2016 03:30	69,400	65,900	64,300									
5	22/03/2016 04:00	48,400	45,400	44,000	0	0	0	0	0	0	46,167	2,301	1,250
	22/03/2016 04:15	48,800	45,300	44,100									
	22/03/2016 04:30	49,500	45,500	44,200									
	22/03/2016 04:45	49,500	45,200	43,900									
	22/03/2016 05:00	49,500	45,100	44,000									
	22/03/2016 05:15	49,700	45,200	44,100									
	22/03/2016 05:30	49,500	45,300	44,500									
	22/03/2016 05:45	49,100	44,600	43,600									
	22/03/2016 06:15	93,800	87,900	86,600									
	22/03/2016 06:30	95,200	89,300	87,900									
6	22/03/2016 06:45	96,800	90,700	89,200	0	0	0	0	0	0	93,375	3,825	1,139
	22/03/2016 07:00	99,600	92,400	91,000									
	22/03/2016 07:15	98,500	93,300	91,900									
	22/03/2016 07:30	98,500	93,800	91,900									
	22/03/2016 07:45	98,700	94,200	92,400									
	22/03/2016 08:00	99,700	94,700	93,000									
7	22/03/2016 08:00	99,700	94,700	93,000	0	0	0	0	0	0	93,375	3,825	1,139

Polluant O₃

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 17:00	153,400	155,500	0	0	0	0	0	0	158,029	2,891	-1,110	3,769
	21/03/2016 17:15	153,800	156,600										
	21/03/2016 17:30	159,400	161,800										
	21/03/2016 17:45	159,500	161,900										
	21/03/2016 18:00	159,400	161,700										
	21/03/2016 18:15	157,800	159,800										
	21/03/2016 18:30	155,700	156,100										
	21/03/2016 19:00	172,300	176,000										
	21/03/2016 19:15	191,700	193,700										
	21/03/2016 19:30	189,900	192,200										
2	21/03/2016 19:45	186,400	189,000	0	0	0	0	0	0	190,381	7,636	-1,194	4,330
	21/03/2016 20:00	186,300	188,200										
	21/03/2016 20:15	193,900	196,500										
	21/03/2016 20:30	193,600	196,300										
	21/03/2016 20:45	198,800	201,300										
	21/03/2016 21:15	131,900	134,100										
	21/03/2016 21:30	126,900	128,800										
	21/03/2016 21:45	140,900	143,200										
	21/03/2016 22:00	143,100	145,000										
	21/03/2016 22:15	145,400	147,500										
3	21/03/2016 22:30	147,100	149,400	0	0	0	0	0	0	142,575	7,860	-1,368	3,651
	21/03/2016 22:45	147,900	150,100										
	21/03/2016 23:00	148,700	151,200										
	21/03/2016 23:30	129,600	131,600										
	21/03/2016 23:45	129,500	131,600										
	22/03/2016 00:00	129,700	131,800										
	22/03/2016 00:15	122,000	124,300										
	22/03/2016 00:30	127,500	129,400										
	22/03/2016 00:45	130,700	132,800										
	22/03/2016 01:00	130,600	132,800										
4	22/03/2016 01:15	131,200	133,400	0	0	0	0	0	0	129,906	3,070	-1,406	3,538
	22/03/2016 01:45	105,700	107,600										
	22/03/2016 02:00	104,000	105,800										
	22/03/2016 02:15	106,300	108,300										
	22/03/2016 02:30	104,400	106,200										
	22/03/2016 02:45	104,800	106,400										
	22/03/2016 03:00	105,600	107,500										
	22/03/2016 03:15	102,700	104,700										
	22/03/2016 03:30	101,700	103,300										
	22/03/2016 04:00	76,600	78,100										
5	22/03/2016 04:15	69,200	70,800	0	4	4	0	1	1	76,463	2,712	-2,294	2,514
	22/03/2016 04:30	73,500	74,900										
	22/03/2016 04:45	70,700	72,200										
	22/03/2016 05:00	73,400	74,800										
	22/03/2016 05:15	77,000	78,400										
	22/03/2016 05:30	79,100	80,600										
	22/03/2016 05:45	73,400	75,100										
	22/03/2016 06:15	2,600	3,500										
	22/03/2016 06:30	1,900	2,500										
	22/03/2016 06:45	2,400	3,300										
6	22/03/2016 07:00	4,200	5,200	0	0	0	0	0	0	5,142	3,122	-0,673	1,624
	22/03/2016 07:15	7,200	8,100										
	22/03/2016 07:30	9,900	10,900										
	22/03/2016 09:00	188,200	191,400										
	22/03/2016 09:15	189,500	192,600										
	22/03/2016 09:30	191,100	194,100										
	22/03/2016 09:45	195,000	198,000										
	22/03/2016 10:00	194,700	197,600										
	22/03/2016 10:15	195,700	198,700										
	22/03/2016 10:30	195,900	198,800										
7	22/03/2016 10:45	199,000	201,800	0	0	0	0	0	0	195,131	3,816	-1,427	4,999
	22/03/2016 11:15	243,800	247,200										
	22/03/2016 11:30	241,600	244,900										
	22/03/2016 11:45	242,800	246,000										
	22/03/2016 12:00	240,400	243,300										
	22/03/2016 12:15	239,900	243,900										
	22/03/2016 12:30	239,600	242,800										
	22/03/2016 12:45	240,400	243,400										
	22/03/2016 13:00	235,700	239,500										
	22/03/2016 13:45	26,000	28,600										
8	22/03/2016 14:00	25,300	27,700	0	0	0	0	0	0	26,314	1,365	-1,120	4,158
	22/03/2016 14:15	25,300	27,600										
	22/03/2016 14:30	25,000	27,400										
	22/03/2016 14:45	24,700	27,200										
	22/03/2016 15:00	25,300	27,500										
	22/03/2016 15:15	24,200	26,600										

Polluant NO

Palier	Date			Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
		avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	22/03/2016 13:45	79,700	73,100	0	0	0	1	0	1	77,706	3,682	-1,218	11,352
	22/03/2016 14:00	80,800	73,900										
	22/03/2016 14:15	80,800	73,800										
	22/03/2016 14:30	80,500	73,600										
	22/03/2016 14:45	81,400	74,500										
	22/03/2016 15:00	80,900	74,200										
	22/03/2016 15:15	81,000	74,400										
	22/03/2016 15:30	83,700	77,000										
2	22/03/2016 16:00	199,900	186,000	0	0	0	1	0	1	198,294	7,899	-1,369	23,225
	22/03/2016 16:15	201,500	187,200										
	22/03/2016 16:30	208,800	194,700										
	22/03/2016 16:45	203,900	189,900										
	22/03/2016 17:00	205,200	191,300										
	22/03/2016 17:15	205,800	191,900										
	22/03/2016 17:30	207,700	194,000										
	22/03/2016 17:45	209,100	195,800										
3	22/03/2016 18:15	302,300	283,400	0	0	0	1	0	1	299,306	10,717	-1,443	31,210
	22/03/2016 18:30	311,700	292,700										
	22/03/2016 18:45	307,300	288,600										
	22/03/2016 19:00	316,200	297,000										
	22/03/2016 19:15	310,800	292,100										
	22/03/2016 19:30	306,000	288,000										
	22/03/2016 19:45	302,500	284,200										
	22/03/2016 20:00	312,300	293,800										
4	22/03/2016 20:30	401,000	378,200	0	0	0	0	0	0	376,219	13,392	-1,455	37,937
	22/03/2016 20:45	393,800	371,500										
	22/03/2016 21:00	387,800	365,200										
	22/03/2016 21:15	383,900	361,000										
	22/03/2016 21:30	380,300	357,900										
	22/03/2016 21:45	384,900	361,700										
	22/03/2016 22:00	383,400	360,800										
	22/03/2016 22:15	385,400	362,700										
5	22/03/2016 22:45	479,700	451,700	0	0	0	0	0	0	465,606	14,367	-1,446	45,296
	22/03/2016 23:00	486,100	459,400										
	22/03/2016 23:15	481,800	454,700										
	22/03/2016 23:30	478,000	451,200										
	22/03/2016 23:45	477,600	450,500										
	23/03/2016 00:00	477,500	450,500										
	23/03/2016 00:15	476,400	449,200										
	23/03/2016 00:30	476,100	449,300										
6	23/03/2016 01:00	603,900	570,200	0	0	0	0	0	0	584,456	17,734	-1,447	57,212
	23/03/2016 01:15	600,300	567,100										
	23/03/2016 01:30	603,200	568,400										
	23/03/2016 01:45	601,800	567,500										
	23/03/2016 02:00	598,600	564,800										
	23/03/2016 02:15	602,000	567,200										
	23/03/2016 02:30	601,100	566,500										
	23/03/2016 02:45	601,600	567,100										
7	23/03/2016 03:15	726,200	684,700	0	0	0	1	0	1	702,725	21,839	-1,432	69,106
	23/03/2016 03:30	729,700	687,700										
	23/03/2016 03:45	730,100	687,800										
	23/03/2016 04:00	725,700	683,800										
	23/03/2016 04:15	717,700	677,000										
	23/03/2016 04:30	718,100	677,800										
	23/03/2016 04:45	719,800	678,900										
	23/03/2016 05:00	719,800	678,800										

Polluant NO₂

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 16:45	43,700	43,400	0	0	0	0	0	0	56,400	5,654	-1,145	1,964
	21/03/2016 17:00	59,800	59,900										
	21/03/2016 17:15	62,600	63,700										
	21/03/2016 17:30	54,400	55,900										
	21/03/2016 17:45	56,000	57,300										
	21/03/2016 18:00	56,100	57,400										
	21/03/2016 18:15	55,300	57,000										
	21/03/2016 18:30	59,400	60,500										
2	21/03/2016 19:00	210,000	206,500	0	0	0	0	0	0	181,763	11,789	-1,196	7,275
	21/03/2016 19:15	183,200	179,300										
	21/03/2016 19:30	183,500	179,600										
	21/03/2016 19:45	183,400	178,900										
	21/03/2016 20:00	185,400	180,800										
	21/03/2016 20:15	180,200	175,800										
	21/03/2016 20:30	176,600	171,700										
	21/03/2016 20:45	169,100	164,200										
3	21/03/2016 21:15	125,800	123,200	0	0	0	0	0	0	113,394	9,877	-1,167	4,909
	21/03/2016 21:30	132,300	130,200										
	21/03/2016 21:45	119,100	116,800										
	21/03/2016 22:00	112,000	109,800										
	21/03/2016 22:15	108,600	105,700										
	21/03/2016 22:30	107,500	104,400										
	21/03/2016 22:45	106,100	102,300										
	21/03/2016 23:00	107,200	103,300										
4	21/03/2016 23:30	73,900	71,200	0	0	0	0	0	0	74,650	3,720	-1,130	4,119
	21/03/2016 23:45	74,200	71,900										
	22/03/2016 00:00	76,100	73,400										
	22/03/2016 00:15	84,000	81,100										
	22/03/2016 00:30	78,000	75,800										
	22/03/2016 00:45	74,900	72,700										
	22/03/2016 01:00	73,300	71,000										
	22/03/2016 01:15	72,600	70,300										
5	22/03/2016 01:45	124,700	120,100	0	0	0	0	0	0	122,281	2,602	-1,172	7,638
	22/03/2016 02:00	126,700	121,600										
	22/03/2016 02:15	124,900	120,400										
	22/03/2016 02:30	125,100	120,500										
	22/03/2016 02:45	123,200	118,800										
	22/03/2016 03:00	122,700	118,400										
	22/03/2016 03:15	125,100	120,600										
	22/03/2016 03:30	124,100	119,600										
6	22/03/2016 04:00	55,900	54,900	0	0	0	0	0	0	60,419	3,576	-0,638	1,233
	22/03/2016 04:15	65,500	64,900										
	22/03/2016 04:30	62,900	63,100										
	22/03/2016 04:45	63,200	63,300										
	22/03/2016 05:00	61,700	62,500										
	22/03/2016 05:15	57,400	58,400										
	22/03/2016 05:30	55,200	56,100										
	22/03/2016 05:45	60,500	61,200										
7	22/03/2016 06:15	113,400	113,600	0	0	0	0	0	0	110,794	8,349	-0,743	4,062
	22/03/2016 06:30	120,000	121,300										
	22/03/2016 06:45	120,200	122,500										
	22/03/2016 07:00	113,600	116,300										
	22/03/2016 07:15	108,600	111,700										
	22/03/2016 07:30	105,000	108,000										
	22/03/2016 07:45	100,300	103,300										
	22/03/2016 08:00	96,300	98,600										
8	22/03/2016 09:00	120,800	118,800	0	0	0	0	0	0	119,656	2,361	-1,301	6,032
	22/03/2016 09:15	124,000	121,000										
	22/03/2016 09:30	122,300	119,100										
	22/03/2016 09:45	121,100	117,600										
	22/03/2016 10:00	121,200	117,200										
	22/03/2016 10:15	119,900	116,100										
	22/03/2016 10:30	121,000	116,700										
	22/03/2016 10:45	122,800	118,300										
	22/03/2016 11:00	120,100	115,800										

Laboratoire 3

Polluant CO

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
			dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	21/03/2016 16:45	1,570	0	0	0	0	0	0	1,605	0,033	0,017
	21/03/2016 17:00	1,590									
	21/03/2016 17:15	1,570									
	21/03/2016 17:30	1,600									
	21/03/2016 17:45	1,600									
	21/03/2016 18:00	1,620									
	21/03/2016 18:15	1,620									
	21/03/2016 18:30	1,670									
2	21/03/2016 19:00	14,220	0	0	0	0	0	0	13,981	0,148	-0,958
	21/03/2016 19:15	14,210									
	21/03/2016 19:30	13,960									
	21/03/2016 19:45	13,910									
	21/03/2016 20:00	13,880									
	21/03/2016 20:15	13,900									
	21/03/2016 20:30	13,930									
	21/03/2016 20:45	13,840									
3	21/03/2016 21:15	8,640	0	0	0	0	0	0	8,693	0,059	-0,867
	21/03/2016 21:30	8,680									
	21/03/2016 21:45	8,830									
	21/03/2016 22:00	8,710									
	21/03/2016 22:15	8,680									
	21/03/2016 22:30	8,670									
	21/03/2016 22:45	8,660									
	21/03/2016 23:00	8,670									
4	21/03/2016 23:30	3,810	0	0	0	0	0	0	3,838	0,017	-0,295
	21/03/2016 23:45	3,820									
	22/03/2016 00:00	3,850									
	22/03/2016 00:15	3,860									
	22/03/2016 00:30	3,850									
	22/03/2016 00:45	3,840									
	22/03/2016 01:00	3,840									
	22/03/2016 01:15	3,830									
5	22/03/2016 01:45	6,110	0	0	0	0	0	0	6,089	0,016	-0,704
	22/03/2016 02:00	6,090									
	22/03/2016 02:15	6,110									
	22/03/2016 02:30	6,100									
	22/03/2016 02:45	6,080									
	22/03/2016 03:00	6,080									
	22/03/2016 03:15	6,070									
	22/03/2016 03:30	6,070									
6	22/03/2016 04:00	10,890	0	0	0	0	0	0	10,934	0,045	-0,759
	22/03/2016 04:15	10,920									
	22/03/2016 04:30	10,900									
	22/03/2016 04:45	10,880									
	22/03/2016 05:00	10,930									
	22/03/2016 05:15	10,980									
	22/03/2016 05:30	11,000									
	22/03/2016 05:45	10,970									
7	22/03/2016 06:15	7,490	0	0	0	0	0	0	7,511	0,022	-0,868
	22/03/2016 06:30	7,540									
	22/03/2016 06:45	7,510									
	22/03/2016 07:00	7,520									
	22/03/2016 07:15	7,530									
	22/03/2016 07:30	7,520									
	22/03/2016 07:45	7,510									
	22/03/2016 08:00	7,470									

Polluant SO₂

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
			dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	21/03/2016 16:45	15,900	0	0	0	0	0	0	15,775	0,219	-0,722
	21/03/2016 17:00	16,000									
	21/03/2016 17:15	15,900									
	21/03/2016 17:30	15,900									
	21/03/2016 17:45	15,900									
	21/03/2016 18:00	15,700									
	21/03/2016 18:15	15,500									
2	21/03/2016 18:30	15,400	0	0	0	0	1	1	164,713	1,271	-1,069
	21/03/2016 19:00	162,200									
	21/03/2016 19:15	165,100									
	21/03/2016 19:30	165,500									
	21/03/2016 19:45	165,700									
	21/03/2016 20:00	165,300									
	21/03/2016 20:15	165,800									
3	21/03/2016 20:30	164,700	0	0	0	0	0	0	134,000	0,823	-0,941
	21/03/2016 20:45	163,400									
	21/03/2016 21:15	134,300									
	21/03/2016 21:30	133,300									
	21/03/2016 21:45	133,900									
	21/03/2016 22:00	133,500									
	21/03/2016 22:15	133,100									
4	21/03/2016 22:30	133,800	0	0	0	0	0	0	97,557	0,902	-0,813
	21/03/2016 22:45	134,400									
	21/03/2016 23:00	135,700									
	21/03/2016 23:30	99,100									
	21/03/2016 23:45	97,700									
	22/03/2016 00:00	97,700									
	22/03/2016 00:15	97,600									
5	22/03/2016 00:30	97,700	0	0	0	0	0	0	61,063	1,309	-0,975
	22/03/2016 00:45	97,700									
	22/03/2016 01:00	97,000									
	22/03/2016 01:15	96,100									
	22/03/2016 01:45	63,600									
	22/03/2016 02:00	62,200									
	22/03/2016 02:15	61,500									
6	22/03/2016 02:30	60,500	0	0	0	0	0	0	42,063	0,469	-0,820
	22/03/2016 02:45	59,900									
	22/03/2016 03:00	59,800									
	22/03/2016 03:15	60,800									
	22/03/2016 03:30	60,200									
	22/03/2016 04:00	42,600									
	22/03/2016 04:15	41,900									
7	22/03/2016 04:30	42,500	0	0	0	0	0	0	84,800	4,591	-0,910
	22/03/2016 04:45	41,900									
	22/03/2016 05:00	42,000									
	22/03/2016 05:15	42,200									
	22/03/2016 05:30	42,300									
	22/03/2016 05:45	41,100									
	22/03/2016 06:15	77,800									
	22/03/2016 06:30	79,500	0	0	0	0	0	0	88,900		
	22/03/2016 06:45	82,000									
	22/03/2016 07:00	85,000									
	22/03/2016 07:15	87,000									
	22/03/2016 07:30	87,700									
	22/03/2016 07:45	88,900									
	22/03/2016 08:00	90,500									

Polluant O₃

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 17:00	163,100	161,300	0	0	0	0	0	0	165,743	3,057	0,600	3,341
	21/03/2016 17:15	163,000	161,900										
	21/03/2016 17:30	169,200	167,500										
	21/03/2016 17:45	170,300	167,400										
	21/03/2016 18:00	169,400	167,500										
	21/03/2016 18:15	167,900	165,400	0	0	0	0	0	0	199,669	8,054	0,661	5,037
	21/03/2016 18:30	163,600	162,900										
	21/03/2016 19:00	183,500	181,300										
	21/03/2016 19:15	203,800	200,600										
	21/03/2016 19:30	202,000	199,100										
	21/03/2016 19:45	198,900	195,600										
	21/03/2016 20:00	197,700	194,800										
	21/03/2016 20:15	206,600	203,000										
	21/03/2016 20:30	205,800	203,000										
	21/03/2016 20:45	211,000	208,000										
2	21/03/2016 21:15	140,200	138,500	0	0	0	0	0	0	149,606	8,226	0,571	3,311
	21/03/2016 21:30	134,400	134,200										
	21/03/2016 21:45	150,100	148,000										
	21/03/2016 22:00	152,300	150,400										
	21/03/2016 22:15	154,600	152,100										
	21/03/2016 22:30	156,800	154,800										
	21/03/2016 22:45	157,500	155,400										
	21/03/2016 23:00	158,400	156,000										
	21/03/2016 23:30	138,300	137,700										
	21/03/2016 23:45	138,000	136,700										
3	22/03/2016 00:00	138,400	137,500	0	0	0	0	0	0	136,500	3,089	0,631	2,943
	22/03/2016 00:15	130,200	129,100										
	22/03/2016 00:30	135,800	133,100										
	22/03/2016 00:45	139,100	136,400										
	22/03/2016 01:00	139,000	137,200										
	22/03/2016 01:15	139,600	137,900										
	22/03/2016 01:45	112,800	112,400										
	22/03/2016 02:00	110,700	109,900										
	22/03/2016 02:15	113,200	110,700										
	22/03/2016 02:30	111,200	110,500										
4	22/03/2016 02:45	111,300	109,400	0	0	0	0	0	0	110,444	1,771	0,508	2,467
	22/03/2016 03:00	112,200	110,300										
	22/03/2016 03:15	109,300	108,100										
	22/03/2016 03:30	108,100	107,000										
	22/03/2016 04:00	81,700	81,500										
	22/03/2016 04:15	73,700	74,100										
	22/03/2016 04:30	78,100	77,500										
	22/03/2016 04:45	75,700	75,500										
	22/03/2016 05:00	77,900	77,700										
	22/03/2016 05:15	81,700	80,400										
5	22/03/2016 05:30	84,300	83,200	0	0	0	0	0	0	78,719	3,158	0,388	1,114
	22/03/2016 05:45	78,200	78,300										
	22/03/2016 06:15	3,400	4,000										
	22/03/2016 06:30	2,500	2,700										
	22/03/2016 06:45	2,900	2,800										
	22/03/2016 07:00	4,900	4,200										
	22/03/2016 07:15	7,900	7,400										
	22/03/2016 07:30	11,000	10,600										
	22/03/2016 09:00	200,800	198,400										
	22/03/2016 09:15	201,800	199,800										
6	22/03/2016 09:30	204,000	201,100	0	0	0	0	0	0	205,138	3,960	0,624	4,611
	22/03/2016 09:45	207,900	205,100										
	22/03/2016 10:00	207,500	205,200										
	22/03/2016 10:15	208,600	205,400										
	22/03/2016 10:30	208,900	205,600										
	22/03/2016 10:45	212,500	209,600										
	22/03/2016 11:15	260,000	257,700										
	22/03/2016 11:30	257,500	254,200										
	22/03/2016 11:45	259,000	255,600										
	22/03/2016 12:00	256,100	253,600										
7	22/03/2016 12:15	256,200	251,200	0	0	0	0	0	0	254,881	3,019	0,742	5,449
	22/03/2016 12:30	255,400	252,300										
	22/03/2016 12:45	256,000	252,900										
	22/03/2016 13:00	251,500	248,900										
	22/03/2016 13:45	28,000	28,800										
	22/03/2016 14:00	27,100	27,000										
	22/03/2016 14:15	27,200	27,900										
	22/03/2016 14:30	27,000	27,100										
	22/03/2016 14:45	26,700	27,800										
	22/03/2016 15:00	27,100	27,300										
10	22/03/2016 15:15	26,000	27,100	0	0	0	0	0	0	27,293	0,665	-0,655	1,243

Polluant NO

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	22/03/2016 13:45	81,400	80,900	0	0	0	0	0	0	82,963	1,270	-0,304	1,462
	22/03/2016 14:00	84,200	82,800										
	22/03/2016 14:15	82,100	82,000										
	22/03/2016 14:30	83,200	83,500										
	22/03/2016 14:45	82,000	82,400										
	22/03/2016 15:00	83,800	85,400										
	22/03/2016 15:15	82,200	82,500										
2	22/03/2016 15:30	85,000	84,000	0	0	0	0	0	0	210,806	3,936	-0,075	1,988
	22/03/2016 16:00	203,600	204,600										
	22/03/2016 16:15	206,900	207,900										
	22/03/2016 16:30	213,900	212,700										
	22/03/2016 16:45	209,200	210,500										
	22/03/2016 17:00	210,400	209,600										
	22/03/2016 17:15	212,100	211,800										
3	22/03/2016 17:30	212,100	212,500	0	0	0	0	0	0	317,725	4,737	0,126	4,540
	22/03/2016 17:45	216,400	218,700										
	22/03/2016 18:15	312,300	309,100										
	22/03/2016 18:30	322,600	322,200										
	22/03/2016 18:45	317,700	317,500										
	22/03/2016 19:00	324,600	320,500										
	22/03/2016 19:15	320,300	318,200										
4	22/03/2016 19:30	318,600	316,400	0	0	0	0	0	0	398,950	8,418	0,115	5,735
	22/03/2016 19:45	312,000	309,800										
	22/03/2016 20:00	323,000	318,800										
	22/03/2016 20:30	418,200	413,700										
	22/03/2016 20:45	407,900	404,300										
	22/03/2016 21:00	402,800	400,200										
	22/03/2016 21:15	395,700	392,000										
5	22/03/2016 21:30	391,600	389,200	0	0	0	0	0	0	492,494	3,820	0,104	7,041
	22/03/2016 21:45	396,400	391,800										
	22/03/2016 22:00	394,500	392,000										
	22/03/2016 22:15	397,800	395,100										
	22/03/2016 22:45	495,400	490,700										
	22/03/2016 23:00	501,600	496,500										
	22/03/2016 23:15	497,300	492,600										
6	22/03/2016 23:30	493,700	489,800	0	0	0	0	0	0	617,669	2,809	0,109	7,322
	22/03/2016 23:45	493,400	489,700										
	23/03/2016 00:00	493,300	488,900										
	23/03/2016 00:15	490,800	488,400										
	23/03/2016 00:30	491,000	486,800										
	23/03/2016 01:00	620,400	616,700										
	23/03/2016 01:15	621,800	616,000										
7	23/03/2016 01:30	622,000	616,300	0	0	0	0	0	0	741,706	5,191	0,081	5,516
	23/03/2016 01:45	621,400	617,300										
	23/03/2016 02:00	615,400	612,900										
	23/03/2016 02:15	618,900	614,800										
	23/03/2016 02:30	619,000	615,100										
	23/03/2016 02:45	619,500	615,200										
	23/03/2016 03:15	747,400	743,800										
	23/03/2016 03:30	748,100	744,100	0	0	0	0	0	0	741,706	5,191	0,081	5,516
	23/03/2016 03:45	748,400	744,800										
	23/03/2016 04:00	748,700	745,800										
	23/03/2016 04:15	739,000	734,400										
	23/03/2016 04:30	737,600	734,600										
	23/03/2016 04:45	737,500	735,900										
	23/03/2016 05:00	739,600	737,600										

Polluant NO₂

Palier	Date	avant analyse		Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
		Mesure 1	Mesure 2	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 16:45	43,200	42,400	0	0	0	0	0	0	57,038	6,094	-0,015	4,251
	21/03/2016 17:00	61,500	61,100										
	21/03/2016 17:15	63,000	61,900										
	21/03/2016 17:30	57,200	55,600										
	21/03/2016 17:45	57,700	56,200										
	21/03/2016 18:00	54,900	58,800										
	21/03/2016 18:15	57,900	61,600										
	21/03/2016 18:30	61,800	57,800										
2	21/03/2016 19:00	214,500	211,300	0	0	0	0	0	0	186,788	11,310	-0,299	4,106
	21/03/2016 19:15	186,800	185,100										
	21/03/2016 19:30	187,400	185,100										
	21/03/2016 19:45	185,900	183,600										
	21/03/2016 20:00	189,900	187,500										
	21/03/2016 20:15	183,900	181,500										
	21/03/2016 20:30	181,600	179,100										
	21/03/2016 20:45	174,000	171,400										
3	21/03/2016 21:15	129,300	127,900	0	0	0	0	0	0	116,288	9,932	-0,389	2,584
	21/03/2016 21:30	134,800	132,100										
	21/03/2016 21:45	121,500	120,500										
	21/03/2016 22:00	114,800	113,700										
	21/03/2016 22:15	110,500	108,800										
	21/03/2016 22:30	109,200	107,900										
	21/03/2016 22:45	107,300	106,400										
	21/03/2016 23:00	108,700	107,200										
4	21/03/2016 23:30	74,200	73,000	0	0	0	0	0	0	75,938	3,487	-0,572	2,186
	21/03/2016 23:45	74,700	73,700										
	22/03/2016 00:00	75,700	75,300										
	22/03/2016 00:15	83,600	82,300										
	22/03/2016 00:30	80,400	78,900										
	22/03/2016 00:45	75,900	74,300										
	22/03/2016 01:00	74,800	73,100										
	22/03/2016 01:15	73,200	71,900										
5	22/03/2016 01:45	126,700	124,800	0	0	0	0	0	0	125,631	1,416	-0,387	3,345
	22/03/2016 02:00	128,400	126,500										
	22/03/2016 02:15	127,300	125,000										
	22/03/2016 02:30	126,300	124,500										
	22/03/2016 02:45	126,500	124,500										
	22/03/2016 03:00	125,100	122,700										
	22/03/2016 03:15	126,800	124,900										
	22/03/2016 03:30	125,900	124,200										
6	22/03/2016 04:00	54,700	54,000	0	0	0	0	0	0	59,944	3,788	-1,065	1,804
	22/03/2016 04:15	65,100	64,300										
	22/03/2016 04:30	64,100	62,500										
	22/03/2016 04:45	61,900	60,900										
	22/03/2016 05:00	63,800	62,400										
	22/03/2016 05:15	58,700	57,800										
	22/03/2016 05:30	55,500	54,400										
	22/03/2016 05:45	59,900	59,100										
7	22/03/2016 06:15	117,300	110,700	0	0	0	1	0	1	111,019	8,513	-0,643	4,365
	22/03/2016 06:30	121,700	119,800										
	22/03/2016 06:45	120,600	121,800										
	22/03/2016 07:00	116,300	115,800										
	22/03/2016 07:15	111,000	110,100										
	22/03/2016 07:30	108,100	106,300										
	22/03/2016 07:45	100,900	100,000										
	22/03/2016 08:00	98,400	97,500										
8	22/03/2016 09:00	123,600	122,400	0	0	0	0	0	0	123,811	2,120	-0,149	3,616
	22/03/2016 09:15	128,800	126,400										
	22/03/2016 09:30	126,000	123,800										
	22/03/2016 09:45	125,400	123,300										
	22/03/2016 10:00	124,700	122,300										
	22/03/2016 10:15	123,200	121,600										
	22/03/2016 10:30	122,700	120,600										
	22/03/2016 10:45	125,900	123,700										
8	22/03/2016 11:00	123,700	120,500										

Laboratoire 4

Polluant CO

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
			dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	21/03/2016 16:45	1,390	0	0	0	0	3	3	1,449	0,033	-2,094
	21/03/2016 17:00	1,450									
	21/03/2016 17:15	1,420									
	21/03/2016 17:30	1,450									
	21/03/2016 17:45	1,450									
	21/03/2016 18:00	1,460									
	21/03/2016 18:15	1,470									
2	21/03/2016 18:30	1,500	0	0	0	0	0	0	14,228	0,187	0,340
	21/03/2016 19:00	14,430									
	21/03/2016 19:15	14,540									
	21/03/2016 19:30	14,360									
	21/03/2016 19:45	14,120									
	21/03/2016 20:00	14,090									
	21/03/2016 20:15	14,100									
3	21/03/2016 20:30	14,130	0	0	0	0	0	0	8,764	0,063	-0,248
	21/03/2016 20:45	14,050									
	21/03/2016 21:15	8,690									
	21/03/2016 21:30	8,730									
	21/03/2016 21:45	8,890									
	21/03/2016 22:00	8,820									
	21/03/2016 22:15	8,760									
4	21/03/2016 22:30	8,750	0	0	0	0	0	0	3,771	0,015	-1,064
	21/03/2016 22:45	8,730									
	21/03/2016 23:00	8,740									
	21/03/2016 23:30	3,750									
	21/03/2016 23:45	3,750									
	22/03/2016 00:00	3,780									
	22/03/2016 00:15	3,790									
5	22/03/2016 00:30	3,780	0	0	0	0	0	0	6,093	0,014	-0,618
	22/03/2016 00:45	3,770									
	22/03/2016 01:00	3,780									
	22/03/2016 01:15	3,770									
	22/03/2016 01:45	6,100									
	22/03/2016 02:00	6,090									
	22/03/2016 02:15	6,110									
6	22/03/2016 02:30	6,110	0	0	0	0	0	0	11,095	0,048	0,167
	22/03/2016 02:45	6,090									
	22/03/2016 03:00	6,070									
	22/03/2016 03:15	6,090									
	22/03/2016 03:30	6,080									
	22/03/2016 04:00	11,050									
	22/03/2016 04:15	11,070									
7	22/03/2016 04:30	11,060	0	0	0	0	0	0	7,554	0,027	-0,067
	22/03/2016 04:45	11,050									
	22/03/2016 05:00	11,080									
	22/03/2016 05:15	11,140									
	22/03/2016 05:30	11,170									
	22/03/2016 05:45	11,140									
	22/03/2016 06:15	7,510									
	22/03/2016 06:30	7,590	0	0	0	0	0	0	7,554	0,027	-0,067
	22/03/2016 06:45	7,530									
	22/03/2016 07:00	7,570									
	22/03/2016 07:15	7,570									
	22/03/2016 07:30	7,570									
	22/03/2016 07:45	7,560									
	22/03/2016 08:00	7,530									

Polluant SO₂

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
			dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	21/03/2016 16:45	16,200	0	0	0	0	0	0	15,938	0,160	-0,491
	21/03/2016 17:00	16,000									
	21/03/2016 17:15	16,000									
	21/03/2016 17:30	16,000									
	21/03/2016 17:45	16,000									
	21/03/2016 18:00	15,800									
	21/03/2016 18:15	15,800									
	21/03/2016 18:30	15,700									
2	21/03/2016 19:00	168,200	0	0	0	0	0	0	167,625	0,947	-0,045
	21/03/2016 19:15	168,800									
	21/03/2016 19:30	168,400									
	21/03/2016 19:45	167,900									
	21/03/2016 20:00	167,400									
	21/03/2016 20:15	167,700									
	21/03/2016 20:30	166,700									
	21/03/2016 20:45	165,900									
3	21/03/2016 21:15	136,200	0	0	0	0	0	0	136,538	0,553	-0,049
	21/03/2016 21:30	135,900									
	21/03/2016 21:45	137,700									
	21/03/2016 22:00	136,400									
	21/03/2016 22:15	136,200									
	21/03/2016 22:30	136,500									
	21/03/2016 22:45	136,500									
	21/03/2016 23:00	136,900									
4	21/03/2016 23:30	99,700	0	0	0	0	0	0	99,413	0,368	-0,177
	21/03/2016 23:45	99,400									
	22/03/2016 00:00	99,800									
	22/03/2016 00:15	99,800									
	22/03/2016 00:30	99,600									
	22/03/2016 00:45	99,100									
	22/03/2016 01:00	99,000									
	22/03/2016 01:15	98,900									
5	22/03/2016 01:45	64,900	0	0	0	0	0	0	64,025	0,459	0,134
	22/03/2016 02:00	64,400									
	22/03/2016 02:15	64,100									
	22/03/2016 02:30	64,000									
	22/03/2016 02:45	63,800									
	22/03/2016 03:00	63,700									
	22/03/2016 03:15	63,900									
	22/03/2016 03:30	63,400									
6	22/03/2016 04:00	43,300	0	0	0	0	0	0	43,375	0,266	-0,158
	22/03/2016 04:15	43,100									
	22/03/2016 04:30	43,500									
	22/03/2016 04:45	43,100									
	22/03/2016 05:00	43,500									
	22/03/2016 05:15	43,600									
	22/03/2016 05:30	43,800									
	22/03/2016 05:45	43,100									
7	22/03/2016 06:15	86,400	0	0	0	0	0	0	89,388	1,723	0,186
	22/03/2016 06:30	87,600									
	22/03/2016 06:45	88,500									
	22/03/2016 07:00	89,600									
	22/03/2016 07:15	90,400									
	22/03/2016 07:30	90,500									
	22/03/2016 07:45	90,900									
	22/03/2016 08:00	91,200									

Pollutant O₃

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 17:00	163,500	163,300	0	0	0	0	0	0	167,250	2,683	0,934	0,637
	21/03/2016 17:15	164,300	165,100										
	21/03/2016 17:30	169,800	170,100										
	21/03/2016 17:45	169,800	170,000										
	21/03/2016 18:00	169,600	169,800										
	21/03/2016 18:15	167,900	168,000										
2	21/03/2016 18:30	165,300	165,000	0	0	0	0	0	0	201,250	7,539	0,977	1,176
	21/03/2016 19:00	184,500	186,200										
	21/03/2016 19:15	203,400	203,000										
	21/03/2016 19:30	201,700	201,600										
	21/03/2016 19:45	197,900	197,500										
	21/03/2016 20:00	198,200	198,900										
3	21/03/2016 20:15	206,100	206,400	0	0	0	0	0	0	150,931	7,988	0,937	0,498
	21/03/2016 20:30	205,800	206,200										
	21/03/2016 20:45	211,300	211,300										
	21/03/2016 21:15	140,400	140,600										
	21/03/2016 21:30	135,900	136,700										
	21/03/2016 21:45	150,400	150,300										
4	21/03/2016 22:00	152,400	152,500	0	0	0	0	0	0	137,213	3,030	0,851	0,264
	21/03/2016 22:15	154,900	154,900										
	21/03/2016 22:30	156,800	156,800										
	21/03/2016 22:45	157,600	157,500										
	21/03/2016 23:00	158,600	158,600										
	21/03/2016 23:30	138,000	137,900										
5	21/03/2016 23:45	138,000	137,900	0	0	0	0	0	0	111,106	1,699	0,767	0,271
	22/03/2016 00:00	138,000	137,700										
	22/03/2016 00:15	130,000	130,000										
	22/03/2016 00:30	135,900	136,000										
	22/03/2016 00:45	139,300	139,100										
	22/03/2016 01:00	139,100	139,100										
6	22/03/2016 01:15	139,800	139,600	0	0	0	0	0	0	79,025	3,247	0,752	0,442
	22/03/2016 01:45	112,600	112,400										
	22/03/2016 02:00	110,700	110,900										
	22/03/2016 02:15	113,300	113,300										
	22/03/2016 02:30	111,000	111,000										
	22/03/2016 02:45	111,400	111,500										
7	22/03/2016 03:00	112,400	112,600	0	0	0	0	0	0	5,367	3,421	-0,446	0,584
	22/03/2016 03:15	109,300	109,100										
	22/03/2016 03:30	108,200	108,000										
	22/03/2016 04:00	81,300	80,800										
	22/03/2016 04:15	74,200	74,400										
	22/03/2016 04:30	78,400	78,800										
8	22/03/2016 04:45	75,300	75,100	0	0	0	0	0	0	206,069	3,477	0,815	0,712
	22/03/2016 05:00	78,400	78,600										
	22/03/2016 05:15	82,200	82,300										
	22/03/2016 05:30	84,200	84,100										
	22/03/2016 05:45	78,200	78,100										
	22/03/2016 06:15	2,900	2,900										
9	22/03/2016 06:30	2,100	2,300	0	0	0	0	0	0	255,063	2,431	0,772	1,134
	22/03/2016 06:45	2,700	3,100										
	22/03/2016 07:00	4,700	5,100										
	22/03/2016 07:15	8,000	8,100										
	22/03/2016 07:30	11,000	11,500										
	22/03/2016 09:00	200,800	200,700										
10	22/03/2016 09:15	202,000	201,800	0	0	0	0	0	0	29,129	0,710	0,217	1,301
	22/03/2016 09:30	203,700	203,100										
	22/03/2016 09:45	208,100	207,600										
	22/03/2016 10:00	207,400	207,300										
	22/03/2016 10:15	208,500	207,800										
	22/03/2016 10:30	208,300	208,100										

Polluant NO

Palier	Date			Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
		avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	22/03/2016 13:45	88,400	85,700	0	0	0	0	0	0	89,063	1,863	0,757	4,829
	22/03/2016 14:00	90,900	88,600										
	22/03/2016 14:15	90,400	87,300										
	22/03/2016 14:30	90,400	87,300										
	22/03/2016 14:45	90,600	88,800										
	22/03/2016 15:00	90,000	87,300										
	22/03/2016 15:15	90,600	86,600										
	22/03/2016 15:30	92,500	89,600										
2	22/03/2016 16:00	216,800	212,900	0	0	0	0	0	0	219,463	3,345	0,820	5,242
	22/03/2016 16:15	217,600	214,400										
	22/03/2016 16:30	224,400	220,900										
	22/03/2016 16:45	220,200	216,700										
	22/03/2016 17:00	220,300	216,900										
	22/03/2016 17:15	221,100	219,400										
	22/03/2016 17:30	222,900	220,900										
	22/03/2016 17:45	224,600	221,400										
3	22/03/2016 18:15	321,000	318,900	0	0	0	0	0	0	325,888	4,017	0,822	3,449
	22/03/2016 18:30	330,600	328,000										
	22/03/2016 18:45	327,400	325,100										
	22/03/2016 19:00	331,500	328,500										
	22/03/2016 19:15	328,300	328,100										
	22/03/2016 19:30	325,000	323,200										
	22/03/2016 19:45	321,300	319,400										
	22/03/2016 20:00	329,600	328,300										
4	22/03/2016 20:30	423,000	420,200	0	0	0	0	0	0	409,425	6,365	0,839	6,161
	22/03/2016 20:45	417,900	414,800										
	22/03/2016 21:00	410,500	406,800										
	22/03/2016 21:15	408,200	404,300										
	22/03/2016 21:30	405,400	400,800										
	22/03/2016 21:45	407,300	403,500										
	22/03/2016 22:00	407,800	404,200										
	22/03/2016 22:15	409,900	406,200										
5	22/03/2016 22:45	511,200	506,600	0	0	0	0	0	0	505,750	3,591	0,868	7,553
	22/03/2016 23:00	510,700	507,700										
	22/03/2016 23:15	509,800	507,000										
	22/03/2016 23:30	508,100	503,400										
	22/03/2016 23:45	506,300	501,400										
	23/03/2016 00:00	508,300	501,700										
	23/03/2016 00:15	505,100	501,300										
	23/03/2016 00:30	504,000	499,400										
6	23/03/2016 01:00	639,500	634,000	0	0	0	0	0	0	633,913	3,719	0,870	10,796
	23/03/2016 01:15	635,400	629,800										
	23/03/2016 01:30	637,600	632,000										
	23/03/2016 01:45	637,000	630,900										
	23/03/2016 02:00	634,200	627,800										
	23/03/2016 02:15	637,400	630,900										
	23/03/2016 02:30	638,700	630,900										
	23/03/2016 02:45	637,100	629,400										
7	23/03/2016 03:15	770,200	762,000	0	0	0	0	0	0	762,731	7,140	0,898	16,533
	23/03/2016 03:30	773,700	764,300										
	23/03/2016 03:45	773,600	766,100										
	23/03/2016 04:00	768,600	759,000										
	23/03/2016 04:15	761,400	751,900										
	23/03/2016 04:30	764,000	752,200										
	23/03/2016 04:45	764,100	753,100										
	23/03/2016 05:00	765,400	754,100										

Polluant NO₂

Palier	Date	avant analyse	avant analyse	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
		Mesure 1	Mesure 2	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 16:45	44,400	44,700	0	0	0	0	0	0	57,750	5,824	1,246	1,087
	21/03/2016 17:00	62,300	62,900										
	21/03/2016 17:15	63,200	63,000										
	21/03/2016 17:30	55,500	56,300										
	21/03/2016 17:45	57,000	57,800										
	21/03/2016 18:00	57,600	58,000										
	21/03/2016 18:15	58,500	57,600										
2	21/03/2016 18:30	63,000	62,200	0	0	0	0	0	0	194,925	10,065	1,153	1,936
	21/03/2016 19:00	215,500	218,000										
	21/03/2016 19:15	194,700	195,900										
	21/03/2016 19:30	195,100	195,600										
	21/03/2016 19:45	194,900	195,100										
	21/03/2016 20:00	196,100	197,300										
	21/03/2016 20:15	192,000	192,700										
3	21/03/2016 20:30	187,900	187,900	0	0	0	0	0	0	121,931	9,667	1,129	1,012
	21/03/2016 20:45	179,600	180,500										
	21/03/2016 21:15	134,700	135,200										
	21/03/2016 21:30	137,000	138,500										
	21/03/2016 21:45	126,000	126,200										
	21/03/2016 22:00	120,500	121,000										
	21/03/2016 22:15	116,200	116,200										
4	21/03/2016 22:30	114,200	114,400	0	0	0	0	0	0	79,775	3,338	1,091	0,542
	21/03/2016 22:45	112,300	112,600										
	21/03/2016 23:00	112,900	113,000										
	21/03/2016 23:30	76,900	77,100										
	21/03/2016 23:45	77,600	77,700										
	22/03/2016 00:00	78,400	78,900										
	22/03/2016 00:15	85,500	85,500										
5	22/03/2016 00:30	84,200	84,900	0	0	0	0	0	0	132,025	1,063	1,111	0,251
	22/03/2016 00:45	80,200	80,400										
	22/03/2016 01:00	78,200	78,100										
	22/03/2016 01:15	76,400	76,400										
	22/03/2016 01:45	132,200	132,200										
	22/03/2016 02:00	133,300	133,400										
	22/03/2016 02:15	132,300	132,500										
6	22/03/2016 02:30	132,100	132,200	0	0	0	0	0	0	62,463	3,266	1,199	1,220
	22/03/2016 02:45	131,400	131,600										
	22/03/2016 03:00	129,700	129,900										
	22/03/2016 03:15	133,100	133,100										
	22/03/2016 03:30	131,600	131,800										
	22/03/2016 04:00	57,500	57,900										
	22/03/2016 04:15	65,900	67,200										
7	22/03/2016 04:30	64,900	64,900	0	0	0	0	0	0	115,513	8,954	1,364	1,707
	22/03/2016 04:45	65,400	66,000										
	22/03/2016 05:00	63,000	64,000										
	22/03/2016 05:15	61,100	61,300										
	22/03/2016 05:30	57,900	58,000										
	22/03/2016 05:45	61,700	62,700										
	22/03/2016 06:15	120,500	119,600										
8	22/03/2016 06:30	125,900	126,600	0	0	0	0	0	0	128,278	2,424	1,090	1,371
	22/03/2016 06:45	125,900	127,200										
	22/03/2016 07:00	119,200	120,100										
	22/03/2016 07:15	113,500	115,500										
	22/03/2016 07:30	110,000	109,500										
	22/03/2016 07:45	106,000	105,800										
	22/03/2016 08:00	101,200	101,700										
	22/03/2016 09:00	128,500	128,300	0	0	0	0	0	0	128,278	2,424	1,090	1,371
	22/03/2016 09:15	131,900	131,500										
	22/03/2016 09:30	130,400	129,600										
	22/03/2016 09:45	128,300	127,300										
	22/03/2016 10:00	130,000	128,300										
	22/03/2016 10:15	127,600	126,800										
	22/03/2016 10:30	128,600	127,900										
	22/03/2016 10:45	129,600	128,900	0	0	0	0	0	0	128,278	2,424	1,090	1,371
	22/03/2016 11:00	122,800	122,700										

Laboratoire 5

Polluant CO

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
			dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	21/03/2016 16:45	1,570	0	0	0	0	0	0	1,623	0,036	0,253
	21/03/2016 17:00	1,660									
	21/03/2016 17:15	1,600									
	21/03/2016 17:30	1,590									
	21/03/2016 17:45	1,600									
	21/03/2016 18:00	1,650									
	21/03/2016 18:15	1,660									
	21/03/2016 18:30	1,650									
2	21/03/2016 19:00	14,520	0	0	0	0	0	0	14,219	0,198	0,294
	21/03/2016 19:15	14,510									
	21/03/2016 19:30	14,290									
	21/03/2016 19:45	14,110									
	21/03/2016 20:00	14,050									
	21/03/2016 20:15	14,120									
	21/03/2016 20:30	14,110									
	21/03/2016 20:45	14,040									
3	21/03/2016 21:15	8,770	0	0	0	0	0	0	8,828	0,058	0,305
	21/03/2016 21:30	8,820									
	21/03/2016 21:45	8,940									
	21/03/2016 22:00	8,890									
	21/03/2016 22:15	8,820									
	21/03/2016 22:30	8,800									
	21/03/2016 22:45	8,800									
	21/03/2016 23:00	8,780									
4	21/03/2016 23:30	3,850	0	0	0	0	0	0	3,850	0,034	-0,149
	21/03/2016 23:45	3,900									
	22/03/2016 00:00	3,890									
	22/03/2016 00:15										
	22/03/2016 00:30	3,850									
	22/03/2016 00:45	3,810									
	22/03/2016 01:00	3,820									
	22/03/2016 01:15	3,830									
5	22/03/2016 01:45	6,130	0	0	0	0	0	0	6,109	0,017	-0,241
	22/03/2016 02:00	6,110									
	22/03/2016 02:15	6,120									
	22/03/2016 02:30	6,130									
	22/03/2016 02:45	6,110									
	22/03/2016 03:00	6,090									
	22/03/2016 03:15	6,090									
	22/03/2016 03:30	6,090									
6	22/03/2016 04:00	10,920	0	0	0	0	0	0	11,015	0,065	-0,292
	22/03/2016 04:15	11,030									
	22/03/2016 04:30	11,000									
	22/03/2016 04:45	10,940									
	22/03/2016 05:00	11,060									
	22/03/2016 05:15	11,000									
	22/03/2016 05:30	11,120									
	22/03/2016 05:45	11,050									
7	22/03/2016 06:15	7,510	0	0	0	0	0	0	7,539	0,044	-0,350
	22/03/2016 06:30	7,610									
	22/03/2016 06:45	7,480									
	22/03/2016 07:00	7,550									
	22/03/2016 07:15	7,560									
	22/03/2016 07:30	7,580									
	22/03/2016 07:45	7,500									
	22/03/2016 08:00	7,520									

Polluant SO₂

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
			dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	21/03/2016 16:45										
	21/03/2016 17:00										
	21/03/2016 17:15										
	21/03/2016 17:30		0	0	0	0	0	0			
	21/03/2016 17:45										
	21/03/2016 18:00										
	21/03/2016 18:15										
2	21/03/2016 18:30										
	21/03/2016 19:00										
	21/03/2016 19:15										
	21/03/2016 19:30		0	0	0	0	0	0			
	21/03/2016 19:45										
	21/03/2016 20:00										
	21/03/2016 20:15										
3	21/03/2016 20:30										
	21/03/2016 20:45										
	21/03/2016 21:15										
	21/03/2016 21:30										
	21/03/2016 21:45		0	0	0	0	0	0			
	21/03/2016 22:00										
	21/03/2016 22:15										
4	21/03/2016 22:30										
	21/03/2016 22:45										
	21/03/2016 23:00										
	21/03/2016 23:30										
	21/03/2016 23:45										
	22/03/2016 00:00		0	0	0	0	0	0			
	22/03/2016 00:15										
5	22/03/2016 00:30										
	22/03/2016 00:45										
	22/03/2016 01:00										
	22/03/2016 01:15										
	22/03/2016 01:45										
	22/03/2016 02:00		0	0	0	0	0	0			
	22/03/2016 02:15										
6	22/03/2016 02:30										
	22/03/2016 02:45										
	22/03/2016 03:00										
	22/03/2016 03:15										
	22/03/2016 03:30										
	22/03/2016 04:00		0	0	0	0	0	0			
	22/03/2016 04:15										
7	22/03/2016 04:30										
	22/03/2016 04:45										
	22/03/2016 05:00										
	22/03/2016 05:15										
	22/03/2016 05:30										
	22/03/2016 05:45										
	22/03/2016 06:15		0	0	0	0	0	0			

Polluant O₃

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	avant analyse Mesure 2	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z	I _{CR}
				dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type		
1	21/03/2016 17:00	144,000	160,500	3	0	3	4	0	4	159,700	5,266	-0,739	20,753
	21/03/2016 17:15	146,100	160,500										
	21/03/2016 17:30	153,200	166,300										
	21/03/2016 17:45	155,100	166,500										
	21/03/2016 18:00	156,200	166,100										
	21/03/2016 18:15	154,900	163,700										
2	21/03/2016 18:30	154,000	161,100	0	0	0	0	0	0	193,681	7,762	-0,535	7,677
	21/03/2016 19:00	175,000	182,100										
	21/03/2016 19:15	191,900	197,900										
	21/03/2016 19:30	191,000	195,800										
	21/03/2016 19:45	188,400	192,600										
	21/03/2016 20:00	188,400	192,600										
3	21/03/2016 20:15	196,900	200,200	0	0	0	0	0	0	146,875	7,584	-0,182	1,766
	21/03/2016 20:30	197,800	200,300										
	21/03/2016 20:45	202,700	205,300										
	21/03/2016 21:15	135,700	136,900										
	21/03/2016 21:30	133,300	134,200										
	21/03/2016 21:45	144,800	146,600										
4	21/03/2016 22:00	148,200	149,100	0	0	0	0	0	0	134,106	3,078	-0,108	1,576
	21/03/2016 22:15	149,900	151,000										
	21/03/2016 22:30	152,500	153,000										
	21/03/2016 22:45	154,100	153,100										
	21/03/2016 23:00	153,600	154,000										
	21/03/2016 23:30	134,900	136,000										
5	21/03/2016 23:45	135,200	135,200	0	0	0	0	0	0	109,531	1,761	0,152	1,690
	22/03/2016 00:00	135,300	134,200										
	22/03/2016 00:15	127,600	127,100										
	22/03/2016 00:30	131,900	131,600										
	22/03/2016 00:45	135,700	134,600										
	22/03/2016 01:00	136,700	135,000										
6	22/03/2016 01:15	137,600	137,100	0	0	0	0	0	0	78,369	2,929	-0,028	2,206
	22/03/2016 01:45	112,100	111,400										
	22/03/2016 02:00	109,200	108,900										
	22/03/2016 02:15	111,500	110,500										
	22/03/2016 02:30	110,200	110,000										
	22/03/2016 02:45	110,300	109,000										
7	22/03/2016 03:00	111,200	109,900	0	0	0	0	0	0	5,883	3,201	0,075	2,448
	22/03/2016 03:15	108,100	107,000										
	22/03/2016 03:30	107,300	105,900										
	22/03/2016 04:00	81,700	81,000										
	22/03/2016 04:15	74,400	73,700										
	22/03/2016 04:30	78,300	76,000										
8	22/03/2016 04:45	76,000	74,800	0	0	0	0	0	0	201,563	3,044	-0,109	1,612
	22/03/2016 05:00	77,900	77,100										
	22/03/2016 05:15	81,000	79,700										
	22/03/2016 05:30	83,500	81,800										
	22/03/2016 05:45	79,000	78,000										
	22/03/2016 06:15	5,100	4,000										
9	22/03/2016 06:30	3,900	1,400	0	0	0	0	0	0	249,613	2,420	-0,146	2,075
	22/03/2016 06:45	4,100	3,300										
	22/03/2016 07:00	5,400	4,400										
	22/03/2016 07:15	8,200	7,900										
	22/03/2016 07:30	12,100	10,800										
	22/03/2016 09:00	197,600	196,400										
10	22/03/2016 09:15	198,300	197,400	0	0	0	0	0	0	29,707	0,762	0,492	0,707
	22/03/2016 09:30	200,000	198,600										
	22/03/2016 09:45	203,200	202,700										
	22/03/2016 10:00	203,400	202,900										
	22/03/2016 10:15	203,200	203,300										
	22/03/2016 10:30	203,400	203,000										
	22/03/2016 10:45	206,600	205,000	0	0	0	0	0	0	29,707	0,762	0,492	0,707
	22/03/2016 11:15	252,800	251,800										
	22/03/2016 11:30	251,700	250,200										
	22/03/2016 11:45	252,800	251,800										
	22/03/2016 12:00	249,500	248,900										
	22/03/2016 12:15	249,700	248,800										
	22/03/2016 12:30	249,100	248,000	0	0	0	0	0	0	29,707	0,762	0,492	0,707
	22/03/2016 12:45	250,200	248,900										
	22/03/2016 13:00	245,800	243,800										
	22/03/2016 13:45	30,700	31,200										
	22/03/2016 14:00	29,900	30,000										
	22/03/2016 14:15	29,700	29,900										
	22/03/2016 14:30	29,600	29,800	0	0	0	0	0	0	29,707	0,762	0,492	0,707
	22/03/2016 14:45	29,600	29,500										
	22/03/2016 15:00	29,200	30,100										
	22/03/2016 15:15	28,300	28,400										

Polluant NO

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
			dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	22/03/2016 13:45	87,900	0	0	0	0	0	0	90,238	1,161	0,961
	22/03/2016 14:00	90,900									
	22/03/2016 14:15	89,700									
	22/03/2016 14:30	90,400									
	22/03/2016 14:45	90,800									
	22/03/2016 15:00	90,400									
	22/03/2016 15:15	89,900									
2	22/03/2016 15:30	91,900	0	0	0	0	0	0	218,675	2,707	0,739
	22/03/2016 16:00	214,400									
	22/03/2016 16:15	215,700									
	22/03/2016 16:30	221,700									
	22/03/2016 16:45	217,900									
	22/03/2016 17:00	218,100									
	22/03/2016 17:15	219,300									
3	22/03/2016 17:30	220,300	0	0	0	0	0	0	322,975	4,646	0,574
	22/03/2016 17:45	222,000									
	22/03/2016 18:15	317,100									
	22/03/2016 18:30	326,400									
	22/03/2016 18:45	322,000									
	22/03/2016 19:00	330,200									
	22/03/2016 19:15	325,500									
4	22/03/2016 19:30	320,800	0	0	0	0	0	0	404,900	6,159	0,526
	22/03/2016 19:45	316,900									
	22/03/2016 20:00	324,900									
	22/03/2016 20:30	416,800									
	22/03/2016 20:45	411,500									
	22/03/2016 21:00	403,900									
	22/03/2016 21:15	402,100									
5	22/03/2016 21:30	398,300	0	0	0	0	0	0	499,413	2,793	0,503
	22/03/2016 21:45	401,400									
	22/03/2016 22:00	401,000									
	22/03/2016 22:15	404,200									
	22/03/2016 22:45	501,800									
	22/03/2016 23:00	503,000									
	22/03/2016 23:15	502,700									
6	22/03/2016 23:30	499,500	0	0	0	0	0	0	625,913	1,256	0,496
	22/03/2016 23:45	497,700									
	23/03/2016 00:00	498,200									
	23/03/2016 00:15	496,500									
	23/03/2016 00:30	495,900									
	23/03/2016 01:00	627,300									
	23/03/2016 01:15	625,700									
7	23/03/2016 01:30	627,400	0	0	0	0	0	0	752,413	5,032	0,497
	23/03/2016 01:45	626,800									
	23/03/2016 02:00	623,800									
	23/03/2016 02:15	625,200									
	23/03/2016 02:30	624,900									
	23/03/2016 02:45	626,200									
	23/03/2016 03:15	755,000									
	23/03/2016 03:30	758,500	0	0	0	0	0	0	752,413	5,032	0,497
	23/03/2016 03:45	759,600									
	23/03/2016 04:00	754,000									
	23/03/2016 04:15	748,000									
	23/03/2016 04:30	746,900									
	23/03/2016 04:45	747,900									
	23/03/2016 05:00	749,400									

Polluant NO₂

Palier	Date	avant analyse Mesure 1	Nb d'exclusions			Nb d'isolés			Hors exclus		Score Z
			dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	dû à la dispersion (Cochran)	dû à trop éloignée (Grubbs)	total	Moyenne	Ecart-type	
1	21/03/2016 16:45	45,100	0	0	0	0	0	0	56,825	5,406	-0,392
	21/03/2016 17:00	60,000									
	21/03/2016 17:15	62,900									
	21/03/2016 17:30	55,500									
	21/03/2016 17:45	56,700									
	21/03/2016 18:00	56,600									
	21/03/2016 18:15	56,700									
	21/03/2016 18:30	61,100									
2	21/03/2016 19:00	212,400	0	0	0	0	0	0	191,200	10,107	0,488
	21/03/2016 19:15	191,800									
	21/03/2016 19:30	191,700									
	21/03/2016 19:45	190,700									
	21/03/2016 20:00	193,100									
	21/03/2016 20:15	189,000									
	21/03/2016 20:30	184,000									
	21/03/2016 20:45	176,900									
3	21/03/2016 21:15	132,000	0	0	0	0	0	0	119,788	9,639	0,553
	21/03/2016 21:30	135,000									
	21/03/2016 21:45	124,200									
	21/03/2016 22:00	119,000									
	21/03/2016 22:15	114,400									
	21/03/2016 22:30	112,100									
	21/03/2016 22:45	110,800									
	21/03/2016 23:00	110,800									
4	21/03/2016 23:30	75,700	0	0	0	0	0	0	78,550	3,345	0,560
	21/03/2016 23:45	76,500									
	22/03/2016 00:00	77,400									
	22/03/2016 00:15	83,800									
	22/03/2016 00:30	83,500									
	22/03/2016 00:45	79,100									
	22/03/2016 01:00	77,000									
	22/03/2016 01:15	75,400									
5	22/03/2016 01:45	130,200	0	0	0	0	0	0	129,763	1,032	0,581
	22/03/2016 02:00	130,800									
	22/03/2016 02:15	130,200									
	22/03/2016 02:30	129,700									
	22/03/2016 02:45	129,400									
	22/03/2016 03:00	127,700									
	22/03/2016 03:15	130,900									
	22/03/2016 03:30	129,200									
6	22/03/2016 04:00	56,700	0	0	0	0	0	0	61,450	3,103	0,289
	22/03/2016 04:15	64,900									
	22/03/2016 04:30	64,000									
	22/03/2016 04:45	64,600									
	22/03/2016 05:00	62,400									
	22/03/2016 05:15	60,300									
	22/03/2016 05:30	57,700									
	22/03/2016 05:45	61,000									
7	22/03/2016 06:15	117,900	0	0	0	0	0	0	113,325	9,034	0,387
	22/03/2016 06:30	123,200									
	22/03/2016 06:45	124,200									
	22/03/2016 07:00	117,600									
	22/03/2016 07:15	112,700									
	22/03/2016 07:30	107,900									
	22/03/2016 07:45	103,700									
	22/03/2016 08:00	99,400									
8	22/03/2016 09:00	125,800	0	0	0	0	0	0	125,956	2,227	0,446
	22/03/2016 09:15	128,800									
	22/03/2016 09:30	127,700									
	22/03/2016 09:45	125,500									
	22/03/2016 10:00	126,800									
	22/03/2016 10:15	125,000									
	22/03/2016 10:30	126,100									
	22/03/2016 10:45	127,000									
8	22/03/2016 11:00	120,900									



direction et secrétariat du LCSQA

INERIS - parc technologique Alata - BP 2 - F60550 Verneuil-en-Halatte
tél. 03 44 55 64 04 - www.lcsqa.org