



INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

Essais de réception d'un analyseur ENVIRONNEMENT S.A. SANOA

Rapport **final**

AIRNORMAND

Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

N. BOCQUET – H. PERNIN – S. PETIT

Unité Qualité de l'Air

Direction des Risques Chroniques

Mai 2001

Essais de réception d'un analyseur ENVIRONNEMENT S.A. SANOA

Rapport **final**

AIRNORMAND

N. BOCQUET – H. PERNIN

Ce document comporte 9 pages (hors couverture et annexes).

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Hervé PERNIN	Rémi PERRET	Martine RAMEL
Qualité	Ingénieur Unité Qualité de l'Air Direction des Risques Chroniques	Responsable Unité Qualité de l'Air Direction des Risques Chroniques	Responsable LCSQA Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	3
2. DÉROULEMENT DES ESSAIS.....	3
3. DÉBALLAGE DU MATÉRIEL	3
4. ESSAIS MÉTROLOGIQUES.....	4
4.1 Installation du matériel.....	4
4.2 Réalisation des essais.....	4
5. SYNTHÈSE.....	8
6. LISTE DES ANNEXES	9

1. INTRODUCTION

L'INERIS a réalisé du 21 mars au 19 avril 2001, pour le compte d'AIR NORMAND, des essais visant à vérifier le bon état de marche et les performances métrologiques d'un analyseur SANOVA d'ENVIRONNEMENT SA.

Le présent rapport consigne les résultats de ces essais et vise à permettre à AIR NORMAND de prononcer la réception du matériel.

2. DEROULEMENT DES ESSAIS

Le matériel a été réceptionné à l'INERIS le 13 mars 2001. Il a été déballé en présence de Mohamed HAMIDA le 16 mars 2001. Un premier contrôle de la conformité des éléments livrés a été réalisé, ainsi qu'une inspection visuelle.

Le matériel a ensuite été acheminé vers la galerie souterraine de l'INERIS où il a été installé, sur un trajet optique de 95 mètres. Les paramètres de fonctionnement de l'analyseur n'ont pas été modifiés par rapport à leur réglage en usine, si ce n'est la longueur du trajet optique paramétré dans le logiciel de l'appareil à 95 mètres.

Le programme des essais réalisés était conforme au projet AFNOR de guide pour l'utilisation d'appareils de type UV-DOAS (document AFNOR X43D N 148 du 27 juillet 2000, réf. 014-98) à l'exception de la mise en œuvre des calculs statistiques tels qu'ils sont proposés dans le projet de guide, qui nous est apparue comme particulièrement délicate.

Les essais avec l'ozone n'ont pu avoir lieu. En effet, notre générateur d'ozone haute concentration n'est plus en état de fonctionnement, depuis son retour pour maintenance chez le fournisseur (LN Industrie).

A la demande d'Air Normand, des essais complémentaires ont été réalisés sur le benzène et le toluène. Ces essais ne visaient pas à effectuer le raccordement du Sanoa, mais ils ont été effectués à titre indicatif, compte tenu :

- pour ces polluants, des résultats décevants observés par l'INERIS sur des appareils DOAS dans le passé : limite de détection de l'ordre de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fort effet des interférents et en particulier de l'ozone, forte variabilité de l'ordonnée à l'origine...
- de l'incertitude sur les conditions d'essais (niveaux de fond et variabilité des concentrations en ces composés dans notre galerie souterraine), et des difficultés de mise en œuvre (protection contre les fuites...).

3. DEBALLAGE DU MATERIEL

Au cours du déballage, diverses vérifications ont été réalisées.

Au niveau des 2 émetteurs

état visuel du miroir	OK
fonctionnement de l'alimentation (allumage de la lampe pendant 5 minutes)	OK

Au niveau du récepteur

état visuel du miroir	OK
-----------------------	----

D'une manière plus générale, aucun problème notable n'a été identifié au cours de l'inspection visuelle pendant le déballage du Sanoa et du matériel informatique.

4. ESSAIS METROLOGIQUES

4.1 INSTALLATION DU MATERIEL

L'INERIS n'a pas détecté de problème particulier au cours de l'installation du matériel dans sa galerie souterraine. Un seul émetteur (n° de série 540 B) a été testé. Au cours des essais, l'intensité lumineuse reçue par le spectromètre était d'environ 123% pour les deux gaz mesurés. L'installation d'une grille devant le récepteur, a été nécessaire afin de ne pas saturer le détecteur. L'intensité était alors de 55%.

4.2 REALISATION DES ESSAIS.

Ces essais ont consisté à injecter des concentrations connues des polluants à mesurer dans deux cellules de calibration placées en série sur le trajet optique de l'appareil d'une longueur de 2 mètres. Les concentrations visées sur le trajet optique de l'appareil sont reportées dans le tableau I ci-dessous.

	NO ₂	SO ₂
C ₀	0	0
C ₁	120	200
C ₂	200	300
C ₃	400	600

concentrations équivalentes en µg/m³ sur 95 mètres

Tableau I

Le programme d'application de ces concentrations était conforme au projet AFNOR de guide pour l'utilisation d'appareils de type UV-DOAS (document AFNOR X43D N 148 du 27 juillet 2000, réf. 014-98), avec des paliers d'une heure.

Pour le benzène et le toluène, nous avons utilisé la petite cellule de calibration intégrée au Sanoa, en l'alimentant avec des bouteilles à haute concentration, de respectivement 100 et 100,1 ppm.

Compte tenu du paramétrage de l'appareil SANOA, une valeur de concentration était délivrée toutes les 3 minutes pour l'ensemble des polluants.

4.2.1 Résultats en SO₂

La moyenne des valeurs 3 minutes mesurées par l'appareil en dehors des périodes d'alimentation des cellules de calibration s'élève à 13,6 µg/m³ (sur gaz réel, non corrigé de la pression et de la température), pour un écart-type expérimental de 1,3 µg/m³.

Au cours de la période d'essais, l'intensité lumineuse moyenne reçue par le spectromètre dans les plages de longueur d'onde caractéristiques du SO₂ était de 38% pour un écart type de 0,9 %.

On trouvera en annexe A l'ensemble des résultats obtenus avec le SO₂.

Les droites de calibration en SO₂ correspondantes sont reportées ci-dessous, pour les essais en présence de NO₂ et avec la cellule de calibration intégrée à l'appareil.

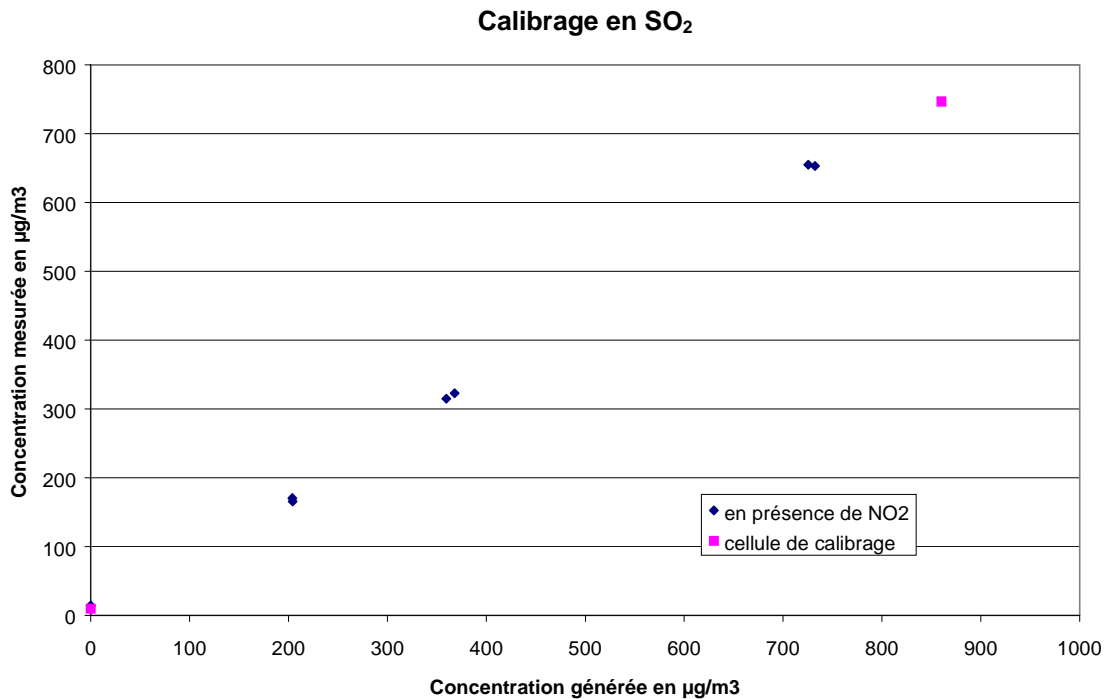


Figure 1

Les courbes de calibration ainsi obtenues ont pour équation, respectivement :

- $c_0 = 0,88c_r + 1,1$ (SO₂ en présence de NO₂)
- $c_0 = 0,86c_r + 9,8$ (petite cellule de calibration de 34mm de long)

où :

- c_0 est la concentration mesurée par l'analyseur Environnement SA
- c_r la concentration réelle équivalente sur 95 mètres, déduite de la concentration mesurée au moyen des analyseurs INERIS grâce à la relation :

$$c_r (\mu\text{g} / \text{m}^3) = c_m (\text{ppm}) \times \frac{64}{24} \times \frac{293}{273 + T} \times \frac{p}{101325} \times \frac{l}{95}, \text{ avec } T \text{ la}$$

température dans les cellules en °C, p la pression dans les cellules en Pascal et l la longueur de la cellule de calibration en mètre.

Compte tenu des écarts types expérimentaux observés, on peut conclure que les droites de calibrage en SO₂, déterminées d'une part en présence de NO₂ et d'autre part avec la petite cellule de calibrage contenant du SO₂ seul, ne sont pas significativement différentes.

4.2.2 Résultats en NO₂

La moyenne des valeurs 3 minutes mesurées par l'appareil en dehors des périodes d'alimentation des cellules de calibrage s'élève à $-11,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sur gaz réel, non corrigé de la pression et de la température), pour un écart-type expérimental de $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Au cours de la période d'essais, l'intensité lumineuse moyenne reçue par le spectromètre dans les plages de longueur d'onde caractéristiques du NO₂ était de 38% pour un écart type de 0,9%.

On trouvera en annexe B l'ensemble des résultats obtenus avec le NO₂.

Les droites de calibrage en NO₂ correspondantes sont reportées ci-dessous, pour les essais en présence de SO₂ et avec la cellule de calibrage intégrée à l'appareil.

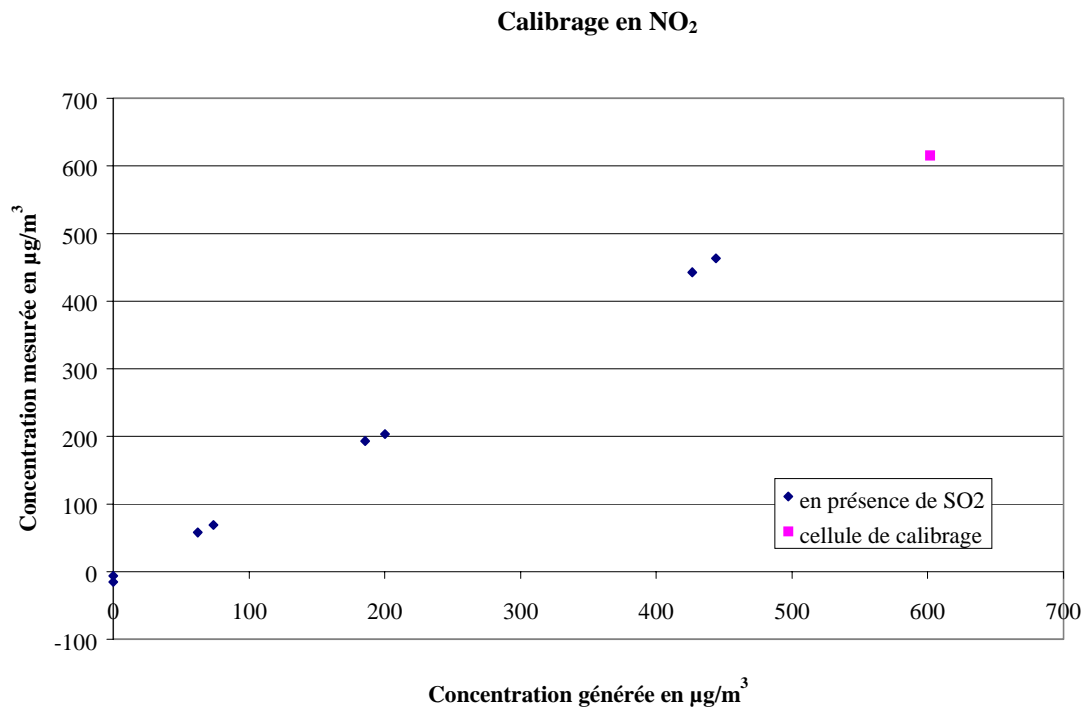


Figure 2

Les courbes de calibrage ainsi obtenues ont pour équation, respectivement :

- $c_0 = 1,06c_r - 9$ (NO₂ en présence de SO₂)
 - $c_0 = 1,05c_r - 16$ (petite cellule de calibrage de 34 mm de long)
- où :
- c_0 est la concentration mesurée par l'analyseur Environnement SA

- c_r la concentration réelle équivalente sur 95 mètres, déduite de la concentration mesurée au moyen des analyseurs INERIS grâce à la relation :

$$c_r (\mu\text{g} / \text{m}^3) = c_m (\text{ppm}) \times \frac{46}{24} \times \frac{293}{273+T} \times \frac{p}{101325} \times \frac{l}{95}, \quad \text{avec } T \text{ la température dans les cellules en } ^\circ\text{C}, p \text{ la pression dans les cellules en Pascal et } l \text{ la longueur de la cellule de calibration en mètre.}$$

Compte tenu des écarts types expérimentaux observés, on peut conclure que les droites de calibration en NO_2 , déterminées d'une part en présence de SO_2 et d'autre part avec la petite cellule de calibration contenant du NO_2 seul, ne sont pas significativement différentes.

4.2.3 Résultats en benzène

La moyenne des valeurs 3 minutes mesurées par l'appareil en dehors des périodes d'alimentation des cellules de calibration s'élève à $25,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sur gaz réel, non corrigé de la pression et de la température), pour un écart-type expérimental de $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Au cours de la période d'essais, l'intensité lumineuse moyenne reçue par le spectromètre dans les plages de longueur d'onde caractéristiques du benzène était de 57 % pour un écart type de 0,8 %.

L'essai a consisté à injecter dans la petite cellule de calibration de 34 mm de longueur du benzène à une concentration de 100,1 ppm. La concentration théorique équivalente sur 95 mètres est calculée à partir de la concentration de la bouteille de benzène grâce à la relation :

$$c_r (\mu\text{g} / \text{m}^3) = c_m (\text{ppm}) \times \frac{78}{24} \times \frac{293}{273+T} \times \frac{p}{101325} \times \frac{l}{95}, \quad \text{avec } T \text{ la température dans les cellules en } ^\circ\text{C}, p \text{ la pression dans la cellule en Pascal et } l \text{ la longueur de la cellule de calibration en mètre.}$$

Soit $c_r = 121,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

La concentration mesurée par le Sanoa est alors de $148 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec un écart type de $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (8 valeurs).

On en déduit l'équation de la droite de calibration :

$$- \quad c_0 = 0,91c_r + 25,4$$

où :

- c_0 est la concentration mesurée par l'analyseur Environnement SA
- c_r la valeur vraie de la concentration

4.2.4 Résultats en toluène

La moyenne des valeurs 3 minutes mesurées par l'appareil en dehors des périodes d'alimentation des cellules de calibrage s'élève à $106,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sur gaz réel, non corrigé de la pression et de la température), pour un écart-type expérimental de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Au cours de la période d'essais, l'intensité lumineuse moyenne reçue par le spectromètre dans les plages de longueur d'onde caractéristiques du toluène était de 57 % pour un écart type de 0,8 %.

L'essai a consisté à injecter dans la petite cellule de calibrage de 34 mm de longueur du toluène à une concentration de 100 ppm. La concentration théorique équivalente sur 95 mètres est calculée à partir de la concentration de la bouteille de toluène grâce à la relation :

$$c_r (\mu\text{g} / \text{m}^3) = c_m (\text{ppm}) \times \frac{92}{24} \times \frac{293}{273 + T} \times \frac{p}{101325} \times \frac{l}{95}, \quad \text{avec } T \text{ la température dans les cellules en } ^\circ\text{C}, p \text{ la pression dans la cellule en Pascal et } l \text{ la longueur de la cellule de calibrage en mètre.}$$

Soit $c_r = 142 \mu\text{g}/\text{m}^3$

La concentration mesurée par le Sanoa est alors de $125,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec un écart type de $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 valeurs).

On en déduit l'équation de la droite de calibrage :

$$- \quad c_0 = 0,14c_r + 106$$

où :

- c_0 est la concentration mesurée par l'analyseur Environnement SA
- c_r la valeur vraie de la concentration

5. SYNTHÈSE

Les essais réalisés sur l'appareil SANOA pour le compte d'Air Normand n'ont pas mis en évidence de dysfonctionnement de l'appareil. En particulier, pour le NO_2 et le SO_2 , la procédure de calibrage utilisant la cellule intégrée à l'appareil est équivalente à celle mise en œuvre par l'INERIS (cellules de 2 mètres de longueur). Il n'a pas été possible de travailler sur l'ozone, du fait de la défaillance du constructeur de notre système de génération (LN Industrie).

Au cours de l'installation sur site, il conviendra concentrations en ce composé sont faibles. Il conviendra de recalibrer l'appareil et notamment de vérifier les ordonnées à l'origine pour NO_2 et le SO_2 , qui étaient significativement différentes de zéro pour les essais réalisés en galerie (respectivement de -10 et de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

ANNEXE A
 RESULTATS DES CALIBRAGES REALISES AVEC LE SO₂

en présence de NO ₂	Analyseur INERIS en µg/m ³ à 11°C, 1062 hPa sur 95m			Sanoa Air Normand en µg/m ³ conditions réelles de pression et de température		
	Moyenne	Ecart-type	Nombre de valeurs	Moyenne	Ecart-type	Nombre de valeurs
	0,0	3,6	31	14,1	1,5	8
	204,1	4,7	23	165,6	3,8	9
	203,9	4,4	30	170,3	4,3	9
	359,3	8,9	29	314,8	7,9	9
	368,0	9,3	29	322,8	1,2	9
	725,6	6,7	156	654,7	2,1	52
	732,2	8,0	31	653,1	4,5	10
	0,0	7,1	24	13,1	1,9	11
	Analyseur INERIS en µg/m ³ à 11°C, 1043 hPa sur 300m			Sanoa Air Normand en µg/m ³ conditions réelles de pression et de température		
	Calcul			Moyenne	Ecart-type	Nombre de valeurs
	860			746,6	0,9	8

ANNEXE B

RESULTATS DES CALIBRAGES REALISES AVEC LE NO₂

en présence de SO ₂	Analyseurs INERIS en µg/m ³ à 11°C, 1062 hPa sur 95m			Sanoa Air Normand en µg/m ³ conditions réelles de pression et de température		
	Moyenne	Ecart-type	Nombre de valeurs	Moyenne	Ecart-type	Nombre de valeurs
	0,0	0,5	13	-6,3	2,0	6
	73,7	9,8	28	68,8	10,9	8
	62,1	4,2	30	58,0	7,6	10
	185,4	6,9	29	193,4	8,0	9
	200,1	4,6	30	203,3	3,6	10
	426,6	5,3	27	442,6	9,4	9
	443,8	4,8	158	463,2	4,4	52
	0,0	1,4	29	-15,0	1,5	11
	Bouteille INERIS en µg/m ³ à 10°C 100,5 hPa sur 95m			Sanoa Air Normand conditions réelles de pression et de température		
	Calcul			Moyenne	Ecart-type	Nombre de valeurs
	601,9			615,5	2,4	20

