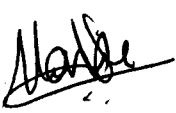





**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT
SOYUZ ST-A VOL S02 DU 16 DECEMBRE 2011 A 23H03**

	Nom et Sigle	Date et Signature
Préparé par	MARIE-SAINTE S. SDP/ES	24/07/2012 
Vérifié par	RICHARD S. SDP/ES	24/07/12 
Approuvé par	LEGRAND F. SDP/ES	24/07/12 
Application autorisée par	AGAPIT A. CG/SDP	25/7/12 

DIFFUSION

destinataire	Nb
ADEME	1
AE/DP/K	1
AE/DP/K/MSK	1
CG/COM	1
CNES/PARIS - DP/CME	1
DEAL	1
ESA/K	1
IRD	1
MAIRIE DE KOUROU	1
MAIRIE DE SINNAMARY	1
ONF	1
ORA GUYANE	1
S.P.P.P.I.	1
SDO/SC	1
SDP/ES	1
SDP/ES/ENV	2
DLAD	1

Nombre total d'exemplaires : 18

REPertoire DES MODIFICATIONS

Ed/Rév	Date	Pages Modifiées	Objet de la modification
01/00	04/06/2012	TOUTES	CREATION / MARIE-SAINTE S.

SOMMAIRE

1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION	5
2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	5
2.1. DOCUMENTS APPLICABLES	5
2.2. DOCUMENTS DE REFERENCE	6
2.3. GESTIONNAIRE TECHNIQUE DU DOCUMENT	6
3. DEFINITIONS ET SIGLES.....	7
3.1. DEFINITIONS	7
3.2. SIGLES	7
4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL S02	9
5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES.....	10
5.1. LOCALISATION DES POINTS D'ECHANTILLONNAGE POUR LE CHAMP PROCHE (SUR L'ELS).....	11
5.2. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES POUR LES CHAMPS MOYEN ET LOINTAIN (HORS DE L'ELS)	11
6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES	12
6.1. DONNEES BRUTES DU RADIOSONDAGE 1R171211.....	12
6.2. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE 1R171211.....	13
7. MESURES DES RETOMBES CHIMIQUES EN CHAMPS PROCHE, MOYEN ET LOINTAIN	17
7.1. OBJECTIF DES MESURES.....	17
7.2. RESULTATS DES MESURES.....	17
7.3. COMPARAISON DES RESULTATS DES LANCEMENTS VS01 ET VS02	20
7.4. CONCLUSIONS SUR LES RETOMBES CHIMIQUES.....	23

8. MESURE EN CONTINU DE LA QUALITE DE L'AIR (RETOMBEES CHIMIQUES ET PARTICULAIRES).....	24
8.1. OBJECTIF DES MESURES.....	24
8.2. RESULTATS DES MESURES.....	24
8.2.1. <i>Résultats des analyseurs en continu ENVIRONNEMENT SA</i>	24
8.2.2. <i>Comparaison des résultats de VS02 aux résultats de VS01</i>	31
8.2.3. <i>Comparaison des résultats des analyseurs ENVIRONNEMENT SA aux résultats des badges passifs</i>	37
8.2.4. <i>Résultats des détecteurs du réseau CODEX</i>	38
8.3. CONCLUSIONS SUR LE SUIVI EN CONTINU DE LA QUALITE DE L'AIR	38
9. MESURES DE LA QUALITE DES EAUX DE LA ROCHE LENA.....	40
9.1. OBJECTIF DES MESURES.....	40
9.2. RESULTATS DES MESURES.....	40
9.3. COMPARAISON DES RESULTATS DES MESURES DU VOL S02 AVEC CEUX DU VOL S01	41
9.4. CONCLUSIONS	41
10. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR SOYUZ VOL S02	42
11. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ VOL S02 REALISE PAR CI/ESQS	43
12. ANNEXE 2 – RESULTATS DE LA SIMULATION SARRIM REALISEE A PARTIR DU RADIOSONDAGE 1R171211.TXT.....	56
13. ANNEXE 3 – RESULTATS DES MESURES EN CONTINU DES ANALYSEURS ENVIRONNEMENT SA.....	75
13.1. SHELTER 1 : KOUROU – HOTEL DES ROCHES	76
13.2. SHELTER 2 : SINNAMARY – GENDARMERIE	84
13.3. SHELTER 3 : BLA – EPCU S3G (LABORATOIRE DE CHIMIE)	90
13.4. SHELTER 4 : ELS – SHELTER OPTIQUE A L'OUEST DE LA ZLS (BATIMENT 3529).....	96
13.5. SHELTER 5 : ELS – ZONE DE DEPOTAGE PHHC (BATIMENT 3551)	104
13.6. SHELTER 6 : ELS – ZONE DE STOCKAGE PHHC (BATIMENT 3556)	112

1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION

Ce document a pour objet de présenter les résultats des mesures d'impact sur l'environnement réalisées lors du lancement de **Soyuz ST-A** qui transportait les satellites **ELISA / PLEIADES / SSOT**. Le **vol S02** a eu lieu le **16 décembre 2011 à 23 heures 03 minutes** en heure locale, soit le 17 décembre 2011 à 02 heures 03 minutes, en temps universel.

Ce document est élaboré pour répondre aux objectifs suivants :

- évaluer l'impact des activités spatiales et des lancements Soyuz sur l'Environnement.
- se conformer aux prescriptions de l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter l'Ensemble de Lancement Soyuz (ELS) **[DA1]**,
- confirmer les conclusions inscrites dans l'étude d'impact réalisée dans le cadre de la constitution du Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter l'Ensemble de Lancement Soyuz **[DR2]**,
- confirmer les conclusions du 1^{er} plan de mesures environnement Soyuz **[DR5]**.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

2.1. Documents applicables

- [DA1]** Arrêté Numéro **1689/2D/2B/ENV du 26 juillet 2007** autorisant la Société Arianespace à exploiter l'ensemble de lancement Soyuz, sise sur la commune de Sinnamary.
- [DA2]** **XSX-PCO-SSX-13361-CNES** – Préparation du plan de mesures environnement Soyuz.
- [DA3]** Arrêté Numéro **2120/DSDS du 06 novembre 2009** d'autorisation du CNES au prélèvement d'eau superficielle, au traitement et à la distribution de l'eau du lac de la Roche Léna.

2.2. Documents de référence

- [DR1] **CSG-RP-S3X-13360-CNES** – Plan de mesures Environnement Soyuz – Centre Spatial Guyanais.
- [DR2] **CSG-ES-SSS-8023-CNES** – DDAE de l'ensemble de lancement SOYUZ (ELS) – Volume 2 : Etude d'impact.
- [DR3] **Décret n°2010-1250 du 21/10/10** relatif à la qualité de l'air.
- [DR4] **Arrêté du 11 janvier 2007** relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.
- [DR5] **CSG-RP-SSX-14347-CNES** – Résultats du Plan de mesures Environnement Soyuz ST-B du 21 octobre 2011 à 07h30

2.3. Gestionnaire technique du document

Le service SDP/ES (Environnement et Sauvegarde Sol) est le gestionnaire technique de ce document.

3. DEFINITIONS ET SIGLES

3.1. Définitions

Sans objet

3.2. Sigles

BLA	:	Base de Lancement Ariane
BTX	:	Benzène – Toluène – (ethylbenzène) Xylène
CI	:	Contrat Industriel
CL	:	Champ Lointain
CNES	:	Centre National d'Etudes Spatiales
CO	:	Monoxyde de carbone
CO ₂	:	Dioxyde de carbone
CODEX	:	Collecte de Données Environnement eXtérieur du CSG (Réseau de)
COV	:	Composés Organiques Volatils
CP	:	Champ Proche
CT	:	Centre Technique
CSG	:	Centre Spatial Guyanais
dB	:	Décibel
DBO ₅	:	Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours
DCO	:	Demande Chimique en Oxygène
DDAE	:	Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter
ELA	:	Ensemble de Lancement ARIANE
ELS	:	Ensemble de Lancement SOYUZ
ESQS	:	Europe Spatiale Qualité Sécurité
GPS	:	Système de Positionnement Global

H ₂	:	Dihydrogène
HAP	:	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HC	:	Hydrocarbures imbrûlés
ICPE	:	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IRD	:	Institut de Recherche et de Développement
LD	:	Limite de Détection
LIN	:	Azote Liquide
LOX	:	Oxygène Liquide
MEST	:	Matières En Suspension Totales
MIK	:	Bâtiment d'assemblage du lanceur SOYUZ et d'essais de l'étage Frégat
MMH	:	Mono Méthyl Hydrazine
N ₂ H ₄	:	Hydrazine
N ₂ O ₄	:	Peroxyde d'Azote
NO ₂	:	Dioxyde d'Azote
NO _x	:	Oxyde d'Azote
O ₃	:	Ozone
ORA	:	Observatoire Régional de l'Air en Guyane
pH	:	Potentiel Hydrogène
PHHC	:	Peroxyde Hydrogène Haute Concentration
PM	:	Matière Particulaire
ppb	:	Partie par milliard en volume (10 ⁻⁹), soit 1 mm ³ /m ³
ppm	:	partie par million
RN1	:	Route Nationale 1
SARRIM	:	« Stratified Atmosphere Release of Rockets Impact Model »
SO ₂	:	Dioxyde de soufre
SO _x	:	Oxydes de soufre
SPM	:	« Single Point Monitor »
UDMH	:	Unsymmetrical Di MethylHydrazine (Diméthyl hydrazine asymétrique)
VLI	:	Vitesse Limite d'Impact
VTR	:	Valeur Toxicologique de Référence
ZLS	:	Zone de Lancement SOYUZ
ZP	:	Zone de Préparation

4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL S02

Les domaines couverts par le plan de mesures Vol S02 [DR1] sont les suivants :

- Mesurer les retombées chimiques gazeuses et particulaires issues des moteurs du 1^{er} (blocs latéraux) et 2nd (bloc A) étage de Soyouz. :
 - en continu et sur 6 sites (villes de Kourou, de Sinnamary, Ensemble de Lancement Soyuz et BLA) : quantification des concentrations en monoxyde de carbone (CO), en dioxyde de carbone (CO₂), en oxydes d'azote (NO_x), en oxydes de soufre (SO_x), en ozone (O₃), en composés organiques volatiles et hydrocarbures (COV / HCT) et en particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) .
 - de façon passive (sous la « trace » de combustion) et sur 10 sites implantés en Champ Proche (CP), en champ moyen (CM) et en Champ Lointain (CL) : quantification des teneurs en oxydes d'azote (NO_x), en oxydes de soufre (SO_x), en ozone (O₃) et en composés organiques volatiles et hydrocarbures (COV/BTEX)
- Mesurer, en continu et en différents lieux (Kourou, Sinnamary, Centre Technique, sites Colibri, Agami et Toucan), les teneurs en dioxyde d'azote (NO₂) et en produits hydrazinés par l'intermédiaire d'analyseurs de type SPM (Zellwegers) ; ces derniers constituant le réseau CODEX. Les composés suivis ne sont émis qu'en cas de fonctionnement dégradé (accident) du lanceur.
- Suivre la qualité chimique des eaux de surface de la roche Léna (point d'eau sous le vent de l'ELS),

Nota :

La mise en place et le retrait du dispositif de suivi passif de la qualité de l'air, du suivi de la qualité des eaux et l'activation du réseau CODEX (Zellwegers) ont été réalisés par le CI/ESQS/ES. Pour rappel, les « Zellwegers » sont entretenus et étalonnés par le laboratoire de chimie du CSG (CI/SNECMA).

La mise en route, l'étalonnage et la récupération des données des analyseurs d'air en continu ont été opérés par le CI/SNECMA.

5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES

La localisation des points de mesures est présentée au *paragraphe 3 de l'Annexe 1* (annexe présentée au *paragraphe 11* du présent document).

La distance des points de mesures par rapport à la ZLS est synthétisée dans le *Tableau 1* ci-dessous

Tableau 1 : Récapitulatif de l'implantation des capteurs de mesure.

EMPLACEMENT		DISTANCE ZLS (m)	CAPTEUR PASSIF	ANALYSEUR ENV. SA	
A I R	1	shelter optique à l'ouest de la ZLS (bâtiment 3529) - (shelter n°4)	-	Oui	
		ELS – stockage LIN	Oui	-	
	2	Zone de dépotage PHHC (bâtiment 3551) - (shelter n°5)	Oui	Oui	
	3	Zone de stockage PHHC (bâtiment 3556) - (shelter n°6)	Oui	Oui	
	4	Gendarmerie de Sinnamary - (shelter n°2)	15 900	-	O u i
		Hôtel du fleuve	13 850	Oui	-
	5	Hotel des Roches - (shelter n°1)	27 950	-	Oui
		Station météo Isabelle	26 770	Oui	-
	6	BLA – EPCU S3G (laboratoire de chimie) - (shelter n°3)	10 520	-	Oui
		Carrière Renner	3 950	Oui	-
7	Carrefour Changement	9 490	Oui	-	
8	PR 102 de la RN1 (entrée CIRAD)	9 280	Oui	-	
9	PR 97 de la RN1	10 460	Oui	-	
10	PR 91 de la RN1	15 130	Oui	-	
EAU	Roche Léna - lac	1 385	-	-	

Le détail des instruments mis en place est présenté au *paragraphe 2 de l'Annexe 1* mais aussi dans le document référencé **[DR1]**.

Au total, le plan de mesures environnement du Vol S02 représente cent soixante trois capteurs.

5.1. Localisation des points d'échantillonnage pour le champ proche (sur l'ELS)

Pour le lancement Soyuz Vol S02, ont été installés :

- sur 3 sites : des capteurs passifs de la marque RADIELLO (2 séries de capteurs par site & 1 série de capteurs « blanc » par site soit au total 36 capteurs),
- sur 3 sites : des analyseurs en continu de la marque ENVIRONNEMENT SA (7 analyseurs par site soit un total de 21 analyseurs),

5.2. Localisation des points de mesures pour les champs moyen et lointain (hors de l'ELS)

En champs moyen et lointain, on dénombre :

- sur 7 sites : des capteurs passifs de la marque RADIELLO (2 séries de capteurs par site & 1 série de capteurs « blanc » par site soit au total 84 capteurs),
- sur 3 sites : des analyseurs en continu de la marque ENVIRONNEMENT SA (7 analyseurs par site soit un total de 21 analyseurs),
- 1 préleveur automatique mis en place sur le ponton de l'ancienne carrière Roche Léna,

6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

La localisation de la « trace » de combustion de Soyuz peut varier à chaque lancement. Cette localisation ne peut être connue à l'avance du fait de la climatologie locale. Au moyen de SARRIM et du radiosondage réalisé au plus proche du H0, une modélisation des conditions météorologiques réelles du jour du lancement peut être effectuée. Les résultats obtenus (hauteur de stabilisation, déplacement du nuage, etc.) donneront des informations, par comparaison aux valeurs de terrain (présentées aux paragraphes 7 et 8 du présent document), sur le comportement réel de la « trace » de combustion ainsi que sur les concentrations au sol des retombées chimiques et particulaires.

Nota :

Le CNES a développé le code de calcul nommé « Stratified Atmosphere Release of Rockets Impact Model » (SARRIM) avec la société ARIA Technologies (spécialiste de la dispersion atmosphérique de polluants). Initialement, ce logiciel permet de modéliser les retombées gazeuses et particulaires au sol liées à la combustion de propergol solide ou encore d'une explosion d'un lanceur (Ariane 5 et Vega). Une adaptation a été réalisée afin de prendre en compte le nouveau lanceur Soyuz (combustion d'un mélange kérosène/oxygène – lanceur équipé d'étages à propulsion liquide). Avec plus de 10 ans de retour d'expérience sur l'utilisation de ce modèle, il a été mis en évidence que SARRIM :

- *surestime très largement les concentrations en produit de combustion (par comparaison avec les données mesurées sur le terrain par les capteurs environnementaux),*
- *est très fiable dans l'estimation de la direction réellement prise par le nuage de combustion.*

Par conséquent, les simulations qui seront réalisées par la suite ont pour unique objectif de visualiser la direction prise par la trace de combustion issue des 2 premiers étages de Soyuz.

6.1. Données brutes du radiosondage 1R171211

Le jour du lancement, à H0 +37 minutes, un radiosondage spécifique a été effectué (**référence 1R171211** du 17 décembre 2011). Il donne des informations sur trois cent vingt cinq couches distinctes tous les cent mètres.

Tableau 2 : Données météorologiques issues du radiosondage 1R171211 pour les couches atmosphériques représentatives.

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1 009.0	2.0	100	26.3	87.0
100	999.0	4.8	99	26.4	80.8
500	954.7	8.9	98	23.1	90.4
1000	901.4	7.7	97	20.1	68.9
1500	850.5	8.2	79	17.4	73.9
2000	802.0	7.7	72	15.3	59.1
2500	755.9	8.5	74	12.1	79.2
3000	712.0	7.3	74	9.6	78.7
3500	670.3	6.2	68	7.6	70.6
4000	630.7	6.3	55	5.6	53.9

6.2. Simulation SARRIM à partir du radiosondage 1R171211

Les données d'entrée nécessaires à la simulation sont les suivantes :

- Les caractéristiques du lanceur,
- La position géographique de la zone de lancement (latitude, longitude),
- Les données météorologiques recueillies à l'aide d'un radiosondage,
- etc.

Au moyen des données issues de la modélisation SARRIM, la hauteur à laquelle le nuage de combustion se stabilise ainsi que la direction et la vitesse qu'il prend dans les basses et les hautes couches de l'atmosphère sont déterminées. Les résultats sont synthétisés dans le *tableau 3* de la page suivante. Des résultats plus détaillés sont présentés en *Annexe 2* (confer le *paragraphe 12* du présent document).

Tableau 3 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM.

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	440.8
BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	5.6
- Direction moyenne des vents (°)	101.4
⇒ Les vents sont orientés vers	PR 105 de la Route Nationale n°1

HAUTES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant de la hauteur de stabilisation jusqu'à 4000 m)

- Vitesse moyenne des vents (m/s)	7.9
- Direction moyenne des vents (°)	78.1
⇒ Les vents sont orientés vers	PR 100 de la Route Nationale n°1

Figure 1 : Retombées en dioxyde de carbone en champ proche

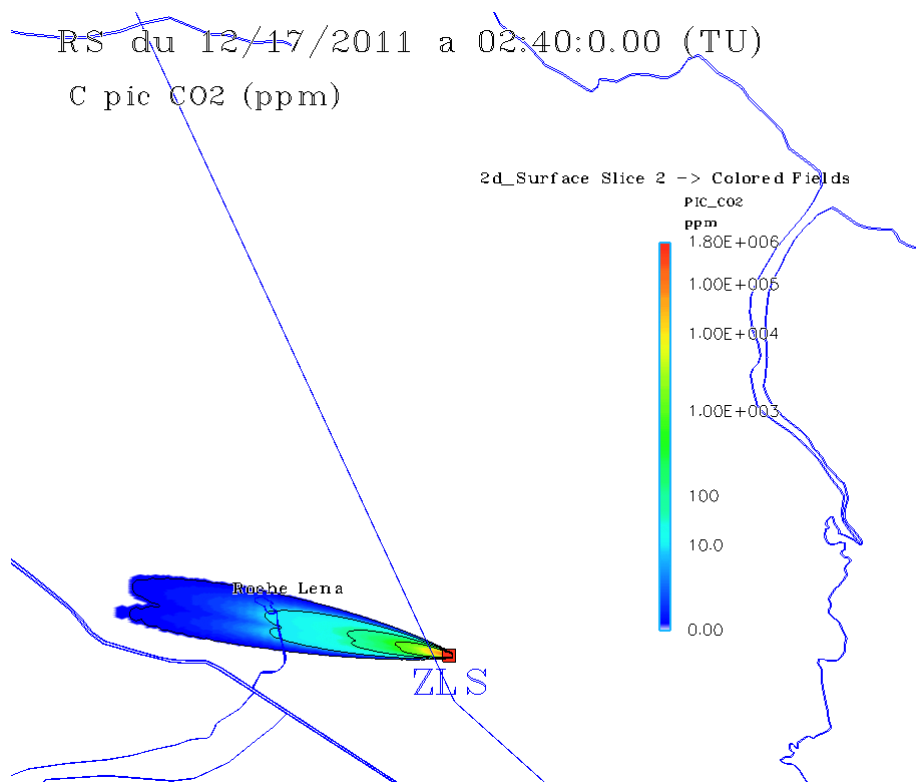


Figure 2 : Retombées en dioxyde de carbone en champ lointain

RS du 12/17/2011 a 02:40:0.00 (TU)

C pic CO₂ (ppm)

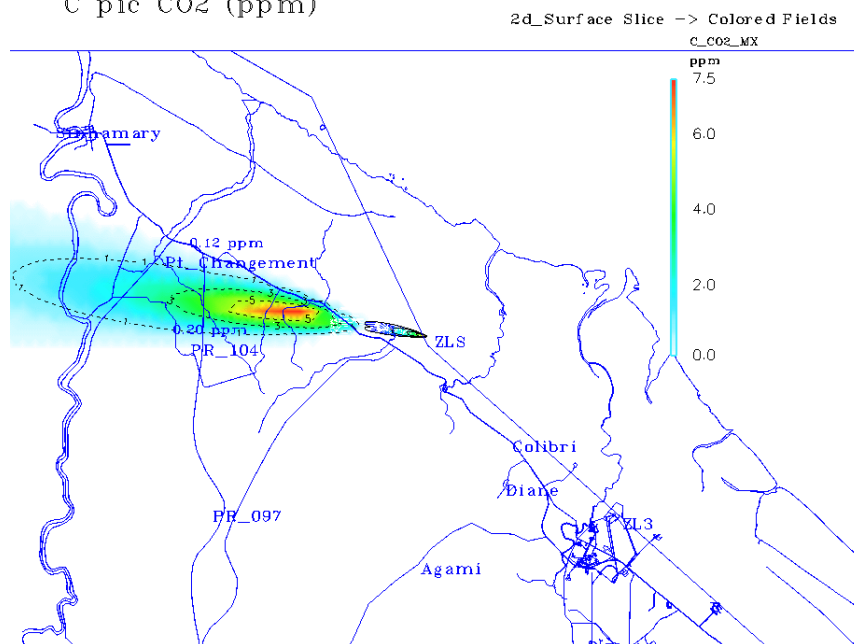


Figure 3 : Retombées en monoxyde de carbone en champ proche

RS du 12/17/2011 a 02:40:0.00 (TU)

C pic CO (ppm)

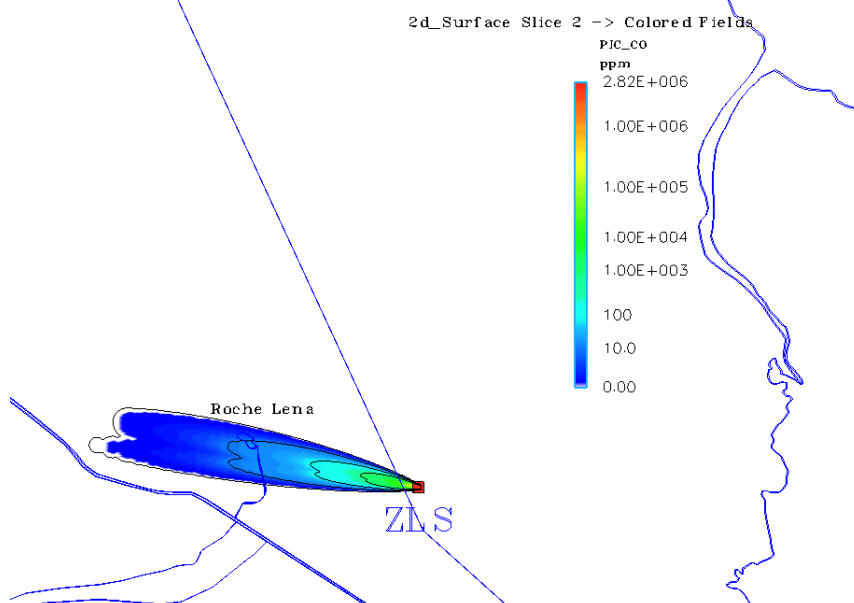
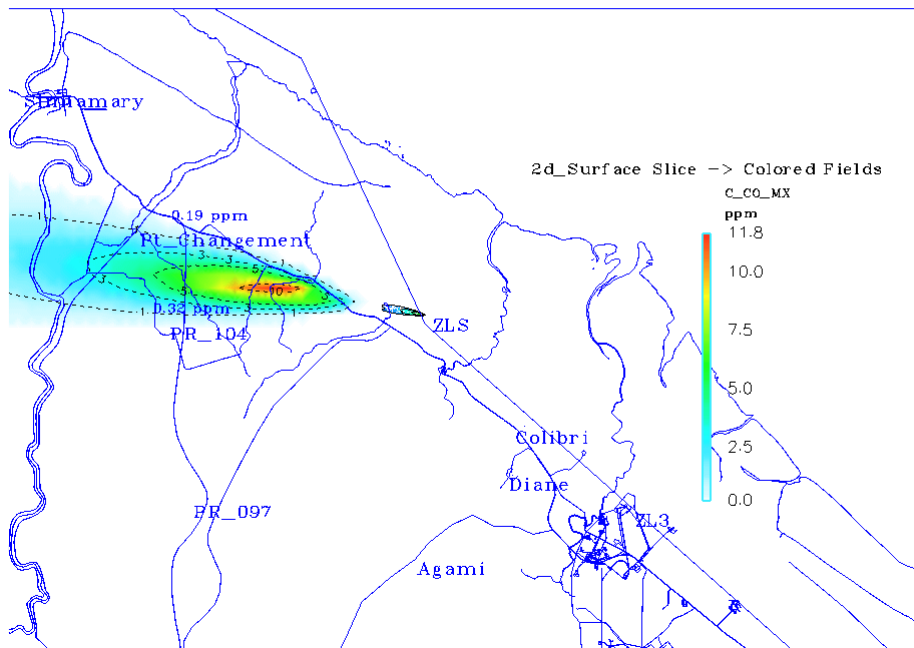


Figure 4 : Retombées en monoxyde de carbone en champ lointain

RS du 12/17/2011 a 02:40:0.00 (TU)

C pic CO (ppm)



7. MESURES DES RETOMBÉES CHIMIQUES EN CHAMPS PROCHE, MOYEN ET LOINTAIN

7.1. Objectif des mesures

Les mesures ont pour objectif d'évaluer les retombées chimiques issues de la combustion du kérosène et de l'oxygène liquide (LOX) contenus dans les 4 blocs moteur (1er étage) et le corps central (2ème étage) du lanceur Soyuz.

Afin de mesurer ces retombées, 80 capteurs passifs de la marque RADIELLO ont été mis en place à environ 1,50 mètres de hauteur (conformément à la norme AFNOR NF X 43-006) et sur 10 sites. Les prélèvements sont basés sur le principe de diffusion moléculaire des polluants de l'air vers un matériel absorbant. Afin de quantifier les éventuelles contaminations des échantillons, 40 blancs ont été réalisés (1 blanc par composé et par site) ; ces derniers ayant subi les mêmes conditions et le même traitement que les échantillons réellement exposés.

Les paramètres suivis sont les oxydes d'azote (NO_x) et de soufre (SO_x), l'ozone (O_3) et les composés organiques volatiles et hydrocarbures (COV/BTEX).

Un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par le lanceur Soyuz est fait au *paragraphe 7 de l'Annexe 1* (présentée au *paragraphe 11* du présent document).

7.2. Résultats des mesures

Tous les résultats bruts sont synthétisés au *paragraphe 4 de l'Annexe 1* (présentée au *paragraphe 11* du présent document).

Remarque : Pendant le temps d'exposition des capteurs (en moyenne 78 heures), une très faible pluviométrie a été enregistrée sur cette période (2,2 mm).

Tableau 4 : Synthèse des résultats

DIOXYDE DE SOUFRE SO₂			
	<i>Concentration Maximale (µg/m³)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	< 11.0	Même concentration quantifiée sur les 3 sites du champ proche	
Champs moyen et lointain	< 14.3	N°9 : PR 97 de la RN1	10 460
DIOXYDE D'AZOTE NO₂			
	<i>Concentration Maximale (µg/m³)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	21.4	N°3 : Zone de stockage du PHHC	750
Champs moyen et lointain	19.8	N°10 : PR 91 de la RN1	15 130
OZONE O₃			
	<i>Concentration Maximale (µg/m³)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	332	N°1 : ELS – stockage LIN	210
Champs moyen et lointain	691.3	N°10 : PR 91 de la RN1	15 130
COV TOTAUX			
	<i>Concentration Maximale (µg/tube)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	1 138 Blanc : NQ*	N°3 : Zone de stockage du PHHC	750
Champs moyen et lointain	1 289 Blanc : 910	N°6 : Carrière Renner	3 950

* NQ : exprime une quantité trop importante, non quantifiable en thermodesorption. Une concentration est parfois proposée (en plus de la notation NQ) mais elle correspond à une intégration partielle du composé.

	HC (BETX)		
	Concentration Maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Point de mesure	Distance de la ZL3 (m)
<i>Champ proche :</i>			
Benzène	1.08	N°3 : Zone de stockage du PHHC	750
Toluène	15.91	N°1 : ELS – stockage LIN	210
Ethyl benzène	11.95	N°3 : Zone de stockage du PHHC	750
Xylène totaux	25.45	N°1 : ELS – stockage LIN	210
<i>Champs moyen et lointain :</i>			
Benzène	63	N°6 : Carrière Renner	3 950
Toluène	204	N°8 : PR 102 de la RN1	9 280
Ethyl benzène	20.47	N°8 : PR 102 de la RN1	9 280
Xylène totaux	57.29	N°10 : PR 91 de la RN1	15 130

Remarques :

- Il est intéressant de rappeler que les produits suivis par le biais du plan de mesures environnement sont soit :
 - naturellement présents (émissions de la forêt, composition de l'atmosphère, etc.)
 - émis par l'activité humaine (véhicules motorisés, groupes électrogènes, brûlages à l'air libre de végétaux, etc.).
- Des dépassements de la valeur limite de l'ozone ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - **[DR4]**) sont à signaler sur ce lancement V S02. Ces dépassements ont eu lieu sur les points n°1 (ZLS – shelter optique), n°5 (Kourou) et n°10 (PR 91 de la RN1). Pour les 7 autres sites, les teneurs en ozone restent inférieures à ce seuil de qualité de l'air.
Pour les autres paramètres contrôlés, les concentrations mesurées en champs proche, moyen et lointain sont toutes très inférieures aux valeurs limites associées.
- Concernant les objectifs de qualité **[DR4]**, des dépassements sont aussi à noter pour le paramètre ozone sur tous les points de mesures (objectif = $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pour les autres composés, les objectifs associés ne sont pas franchis.
- Les mesures ont mis en évidence que les teneurs en oxydes d'azote (NO_x) et de soufre (SO_x) ne sont pas imputables au lancement, mais à la « qualité » de l'air ambiant (valeurs moyennes constantes quel que soit le site échantillonné). De fortes fluctuations des concentrations sont à noter pour l'ozone et les hydrocarbures (BTEX).
- Pour rappel, les résultats des simulations SARRIM (présentés au paragraphe précédent) montrent que la « trace » de combustion s'est dirigée vers le carrefour Changement (PR 105 de la RN1). Cette direction n'a pas été corrélée avec les mesures des badges passifs. Les concentrations maximales ont été quantifiées :
 - sur des sites différents selon les composés contrôlés,
 - dans des lieux qui ne sont pas forcément sous le vent de l'ELS (PR 91 de la RN1 par exemple).

Il est important de signaler que ces capteurs ont été implantés sur des sites accessibles et dégagés. Généralement, ce type de sites est situé à proximité des voies de circulation. Par conséquent, les badges ont non seulement été potentiellement exposés aux émissions du lanceur Soyuz, mais aussi à la pollution émise par les véhicules motorisés. Il est donc difficile de :

- déterminer la contribution de chacune de ces sources d'émissions dans les concentrations mesurées,
- conclure quant à l'impact de la trace de combustion sur l'environnement et de confirmer la direction mise en exergue par SARRIM

7.3. Comparaison des résultats des lancements VS01 et VS02

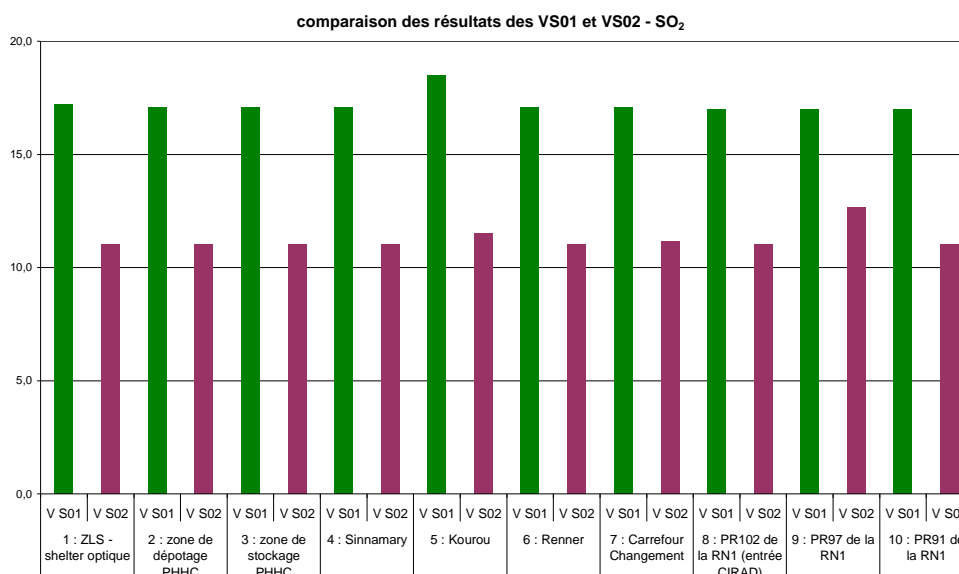
Le Tableau 5 présente les résultats moyens obtenus lors des 2 campagnes de mesures (V S01 et V S02) ainsi que les écarts associés.

Tableau 5 : Synthèse des résultats moyens des vols VS01 & VS02 et des écarts associés

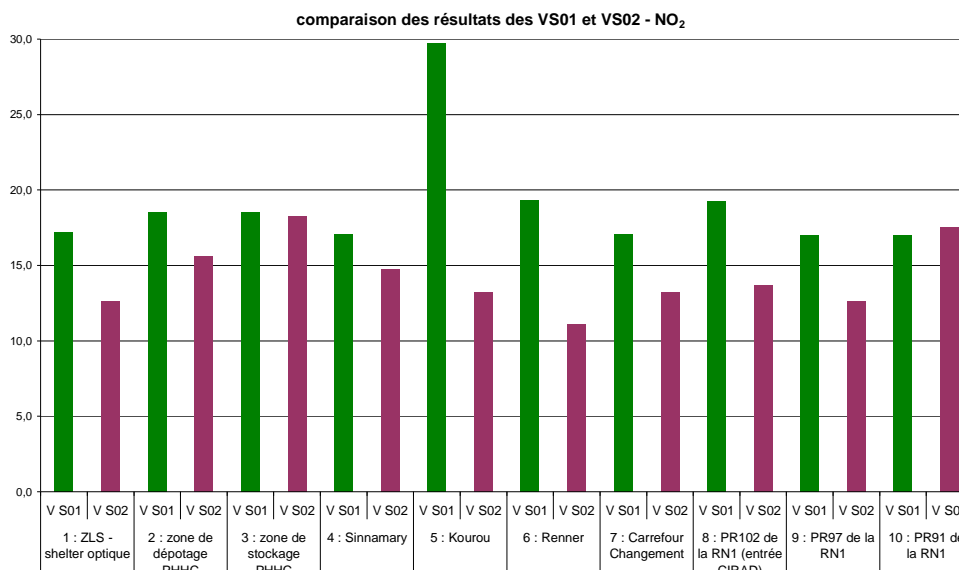
			Résultats moyens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							écarts moyens (%)						
			SO ₂	NO ₂	O ₃	Benzène	Toluène	EthylBenz.	Xylènes	SO ₂	NO ₂	O ₃	Benzène	Toluène	EthylBenz.	Xylènes
Champ proche	1 : ZLS - shelter optique	V S01	17,2	17,2	204,6	0,8	7,4	6,0	13,9	36%	27%	-59%	34%	-61%	-56%	-80%
		V S02	11,0	12,6	326,0	0,5	11,8	9,3	24,9							
	2 : zone de dépotage PHHC	V S01	17,1	18,6	203,9	0,8	5,2	4,5	9,7	36%	16%	-3%	24%	-97%	-85%	-117%
		V S02	11,0	15,6	210,3	0,6	10,2	8,2	21,0							
	3 : zone de stockage PHHC	V S01	17,1	18,5	203,0	0,8	5,4	3,4	9,6	36%	1%	-10%	-7%	-116%	-196%	-125%
		V S02	11,0	18,3	224,0	0,8	11,7	9,9	21,6							
champs moyen & lointain	4 : Sinnamary	V S01	17,1	17,1	203,0	0,8	5,3	5,6	9,7	36%	14%	18%	-115%	-440%	-134%	-274%
		V S02	11,0	14,8	167,2	1,6	28,6	13,0	36,3							
	5 : Kourou	V S01	18,5	29,7	220,5	0,9	6,8	4,7	12,0	38%	55%	-36%	-12%	-188%	-67%	-80%
		V S02	11,5	13,3	300,2	1,0	19,6	7,8	21,7							
	6 : Renner	V S01	17,1	19,3	202,9	0,8	6,0	4,7	8,5	36%	42%	35%	-34%	-135%	-333%	-412%
		V S02	11,0	11,1	132,0	1,1	14,0	20,3	43,2							
	7 : Carrefour Changement	V S01	17,1	17,1	203,0	0,8	5,7	4,3	7,3	35%	23%	22%	-239%	-247%	-201%	-445%
		V S02	11,2	13,2	159,0	2,7	19,8	12,9	39,8							
	8 : PR102 de la RN1 (entrée CIRAD)	V S01	17,0	19,3	202,6	0,9	5,8	3,4	8,3	35%	29%	35%	-101%	-1876%	-391%	-349%
		V S02	11,0	13,7	132,1	1,8	114,6	16,5	37,3							
	9 : PR97 de la RN1	V S01	17,0	17,0	202,6	0,9	5,8	4,6	9,2	26%	26%	35%	-55%	-355%	-143%	-323%
		V S02	12,7	12,6	132,2	1,3	26,2	11,1	38,7							
	10 : PR91 de la RN1	V S01	17,0	17,0	202,6	1,0	6,3	6,0	9,1	35%	-3%	-103%	-159%	-206%	-171%	-485%
		V S02	11,0	17,5	411,8	2,6	19,2	16,1	52,9							
			35%	24%	36%	78%	372%	178%	269%							

Remarques :

- SO₂** : Les teneurs en SO₂ quantifiées lors de la campagne de mesures V S02 sont plus faibles que celles de V S01 (écart de moyen de 35%), cela quel que soit le site contrôlé. Ces concentrations restent constantes sur l'ensemble du territoire du CSG et dans les villes de Kourou et de Sinnamary. Par conséquent, les badges passifs n'ont pas quantifiés d'apports imputables au lancement V S02. Ils ont vraisemblablement mesuré la « qualité » de l'air ambiant.

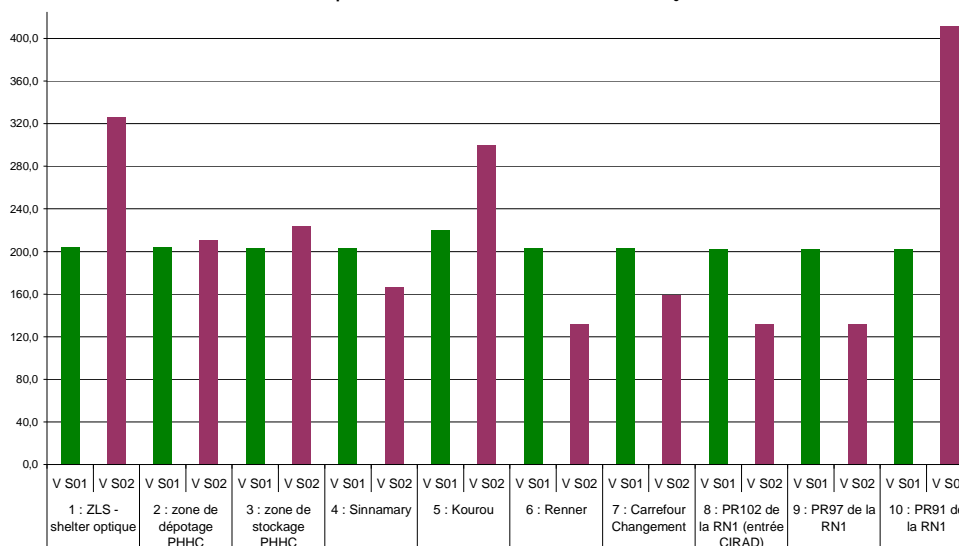


- NO₂** : Les observations réalisées pour les oxydes de soufre sont aussi transposables pour les oxydes d'azote. En effet, un écart moyen de 24% est à noter en faveur de la campagne V S02. Ainsi, on peut conclure que les capteurs n'ont pas détecté d'apports particuliers en NO₂ attribuables au lancement V S02 ; les quantités détectées constituant le bruit de fond ambiant.



- O₃ : Contrairement à V S01, de très fortes fluctuations des niveaux d'ozone sont observées pour V S02 (minimum : 132 µg/m³ / maximum : 691.3 µg/m³ – écart moyen avec V S01 de 36%). Les teneurs en ozone quantifiées en champ proche sont plus élevées. En champs lointain et moyen, les mesures ont mis en évidence de plus faibles concentrations pour cette campagne V S02. Ces disparités semblent être dues à la spécificité du processus de formation de ce composé ; l'ozone étant un polluant « photochimique » produit lors d'un ensoleillement intense et grâce à l'intervention de plusieurs polluants précurseurs (NO_x, HCT, etc.). Malgré un lancement de nuit (H0 à 23h03), les capteurs ont été exposés à l'air ambiant durant 78h. Autrement dit, ils ont cumulé l'ozone produit lors du lancement Soyuz avec celui qui a été photosynthétisé plusieurs heures après le H0. De plus, 3 dépassements de la valeur limite **[DR4]** sont à noter : sur l'ELS, à Kourou et au PR91 de la RN1. Pour mémoire, aucun dépassement n'était à noter pour V S01. L'objectif de qualité de l'air n'a, quant à lui, été respecté sur aucun site contrôlé, comme pour V S01.

comparaison des résultats des VS01 et VS02 - O₃

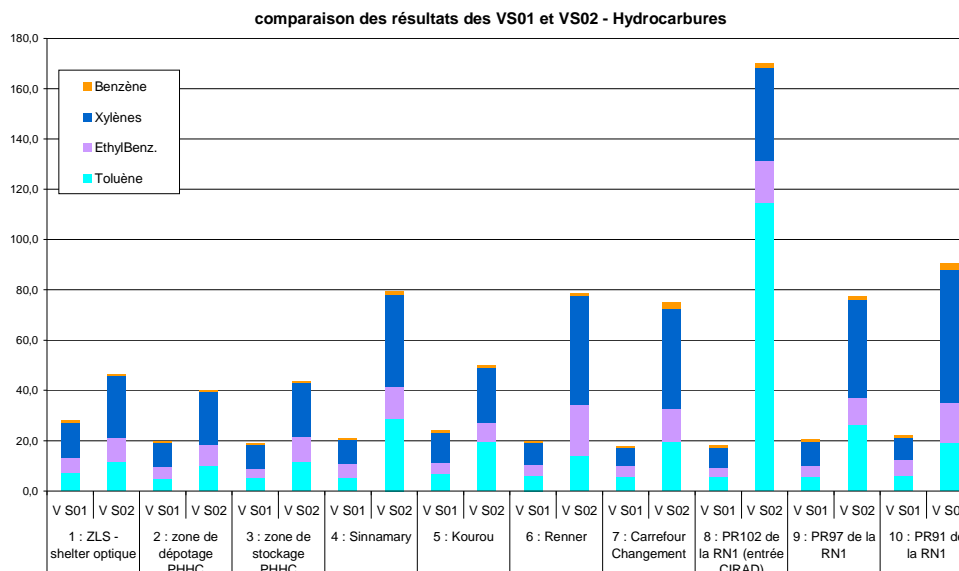


- Les hydrocarbures : Les concentrations mesurées pour V S02 sont nettement plus élevées que celles de V S01 et fluctuent de façon très importante d'un site à l'autre (écart moyen des BTEX de 224%). Pour rappel, ces hydrocarbures (ou composés organiques volatiles ou BTEX) ont comme principales sources d'émissions :

- o la végétation (présence de forêt à proximité immédiate des capteurs),
 - o les voies de circulation (présence d'axes routiers importants ou de parkings à proximité immédiate des capteurs).

Par conséquent, les badges ont non seulement été potentiellement exposés aux émissions du lanceur Soyuz mais aussi à la pollution émise par les véhicules motorisés. Par ailleurs, les temps d'expositions sont très importants (78h) par rapport à l'évènement que constitue le lancement ; les émissions du lanceur en ZLS étant d'une très courte durée (quelques dizaines de secondes). Ainsi, ces capteurs passifs mesurent la majeure partie du temps le bruit de fond ambiant.

Il est donc difficile de déterminer la contribution de chacune de ces sources d'émissions. Ainsi, la présence de COV ne peut pas être directement imputée au lancement V S02.



7.4. Conclusions sur les retombées chimiques

Les badges passifs n'ont pas mis en évidence de pics de concentrations directement attribuables au lancement V S02. Les concentrations en produits de combustion mesurées sont :

- le reflet du bruit de fond ambiant (valeurs moyennes constantes quel que soit le site échantillonné) pour les dioxydes de soufre et d'azote,
- le résultat des potentielles émissions du lanceur Soyuz mais aussi de la pollution émise par les véhicules motorisés pour l'ozone et les hydrocarbures. La détermination de la contribution de chacune de ces sources d'émissions est difficile à réaliser (capteurs exposés la majeure partie du temps au bruit de fond ambiant).

Par ailleurs, les résultats obtenus par la simulation SARRIM, réalisée au moyen du radiosondage le plus représentatif de l'état de l'atmosphère (le plus proche du H0), n'ont pas été corrélés par les badges passifs. Les concentrations maximales ont été quantifiées sur des sites différents selon les composés contrôlés et dans des lieux qui ne sont pas forcément sous le vent de l'ELS.

Les badges passifs ne semblent pas être le moyen adéquat pour le suivi de l'impact des produits de combustion des 2 premiers étages de Soyuz sur l'environnement ; composés naturellement présents dans la nature. En effet, il est très difficile (voir impossible) de dissocier la part attribuable aux lancements de celle imputable au bruit de fond ambiant. Par ailleurs, pour que les mesures soient les plus fiables, les capteurs doivent être exposés à l'air le plus longtemps possible (temps d'exposition devant dépasser 8h). Nous pouvons donc conclure que ce type de dispositif de mesure n'est pas le plus adapté, compte tenu :

- du faible temps d'émission de produits de combustion lors d'un lancement Soyuz,
- des contraintes d'accessibilité et de logistique,
- de sa sensibilité aux conditions météorologiques.

Par conséquent, pour les prochains lancements Soyuz, ces capteurs ne seront plus utilisés. Néanmoins, une réflexion sera menée afin de trouver d'autres moyens de mesures plus adaptés compte tenu des meilleures techniques disponibles et de la particularité des lancements.

8. MESURE EN CONTINU DE LA QUALITE DE L'AIR (RETOMBEES CHIMIQUES ET PARTICULAIRES)

8.1. Objectif des mesures

Les mesures ont pour objectif d'évaluer les retombées chimiques et particulaires issues de la combustion du kérosène et de l'oxygène liquide (LOX) contenus dans les 4 blocs moteur (1er étage) et le corps central (2ème étage) du lanceur Soyuz.

Ces mesures ont pour objectif de suivre en temps réel et/ou en continu :

- les concentrations en oxydes d'azote (NO_x) et de soufre (SO_x), en monoxyde de carbone (CO), en hydrocarbures (HCT) et composés organiques volatiles (COV), en particules (PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$) et en ozone (O_3) en situation nominale de lancement,
- les concentrations en dioxyde d'azote (NO_2) et des produits hydrazinés en situation dégradée (cas accidentel).

Ce suivi de qualité de l'air est effectué au moyen de 2 types d'appareillage :

- Les analyseurs en continu de la marque ENVIRONNEMENT SA dont les points de mesures sont répartis sur les villes de Kourou et de Sinnamary, sur l'ensemble de lancement Soyuz ainsi qu'aux ELA,
- Les détecteurs de type SPM de la marque ZELLWEGER constituant le réseau CODEX.

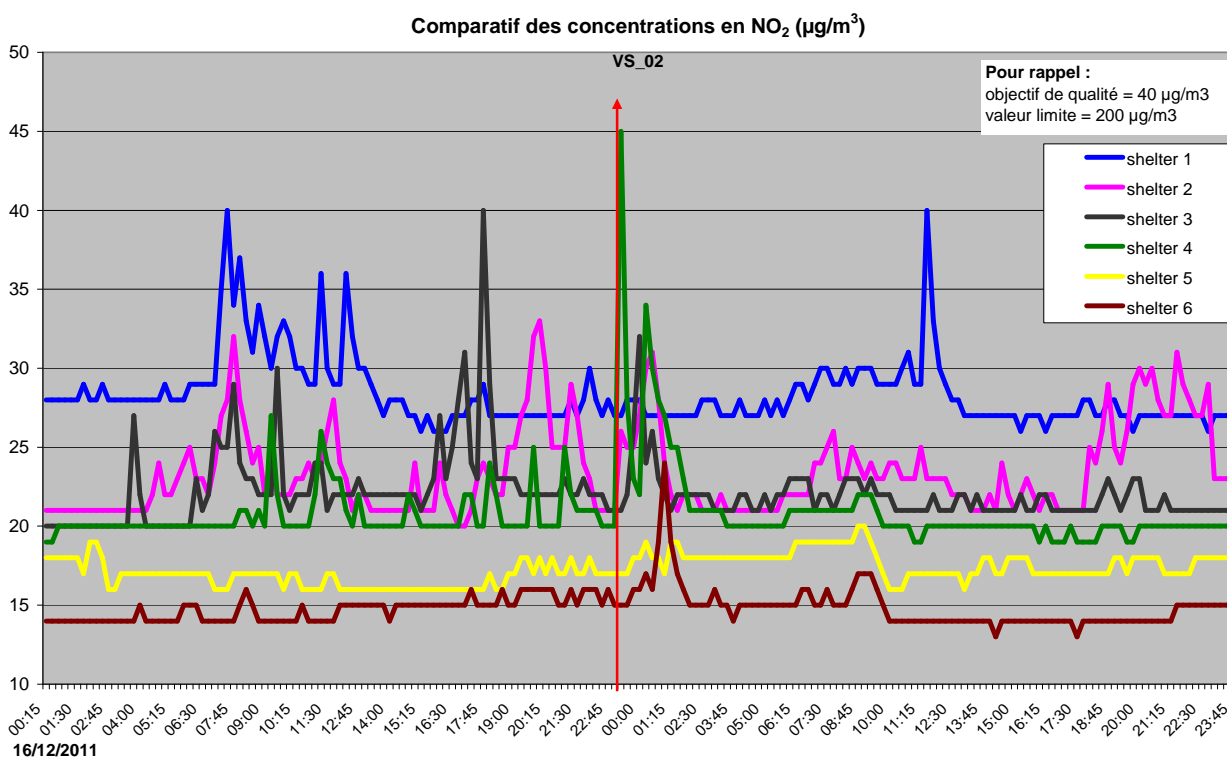
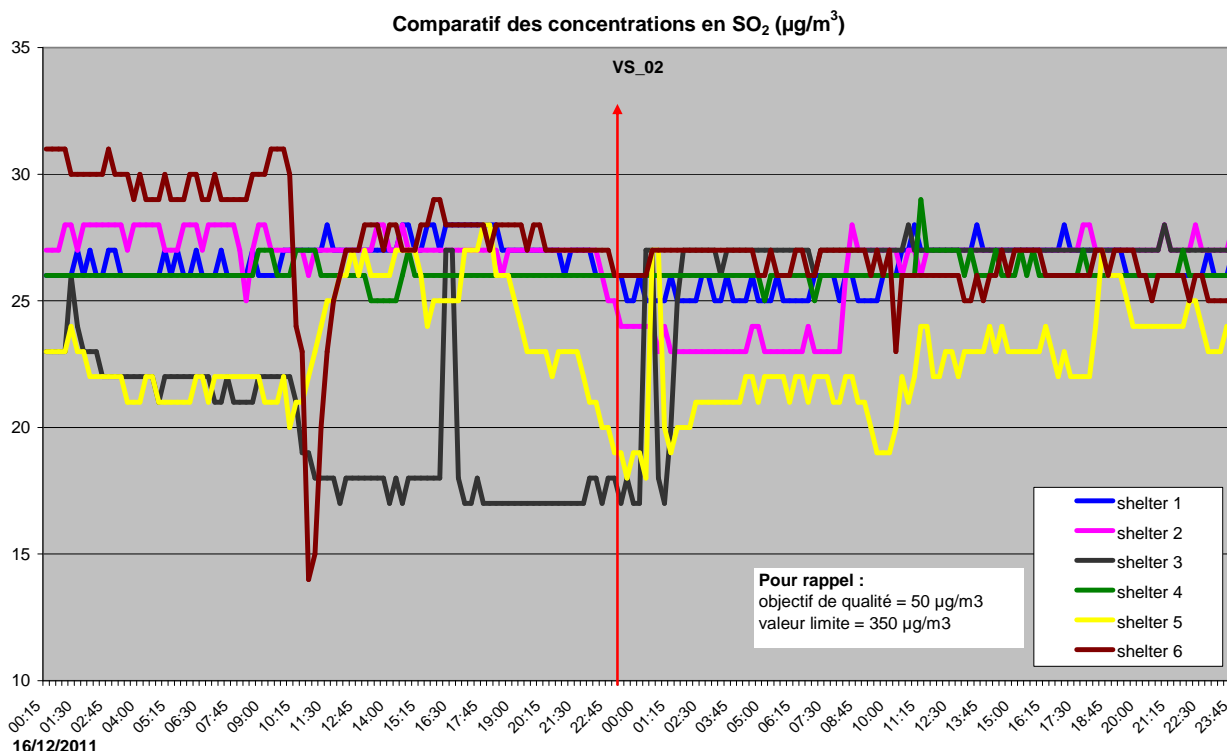
Un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par le lanceur Soyuz est fait au *paragraphe 7 de l'Annexe 1* (présentée au *paragraphe 11* du présent document).

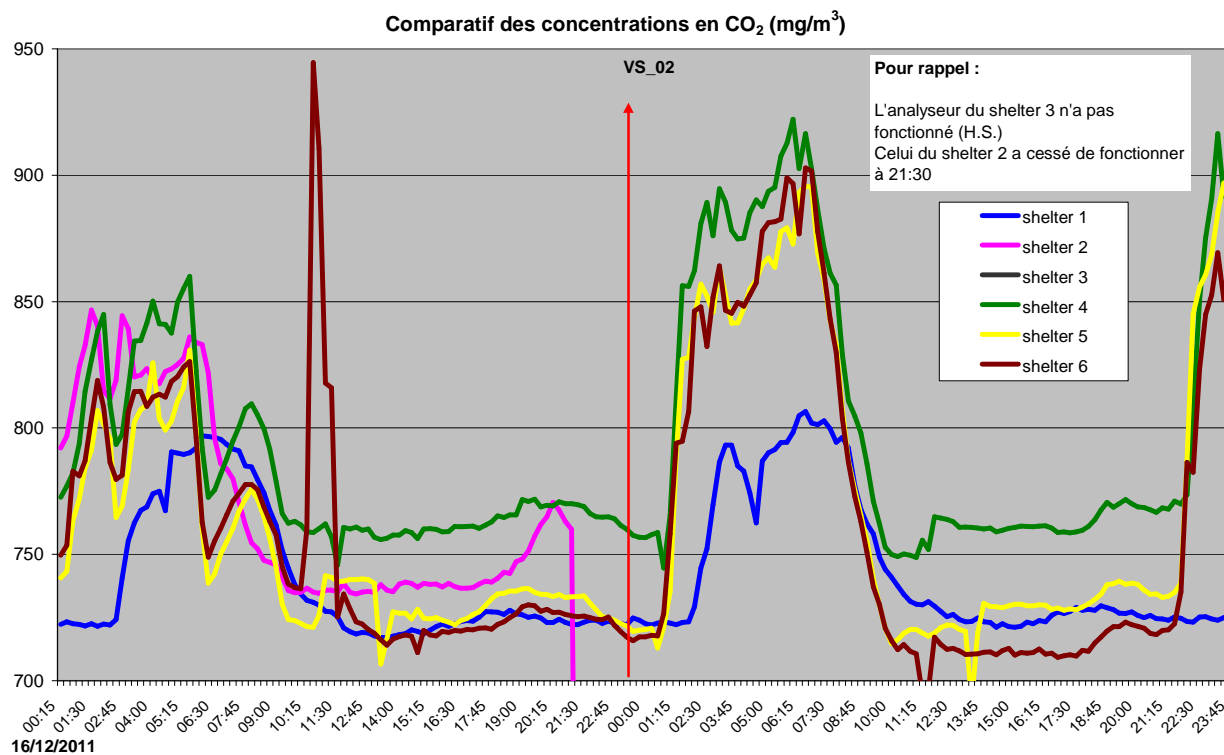
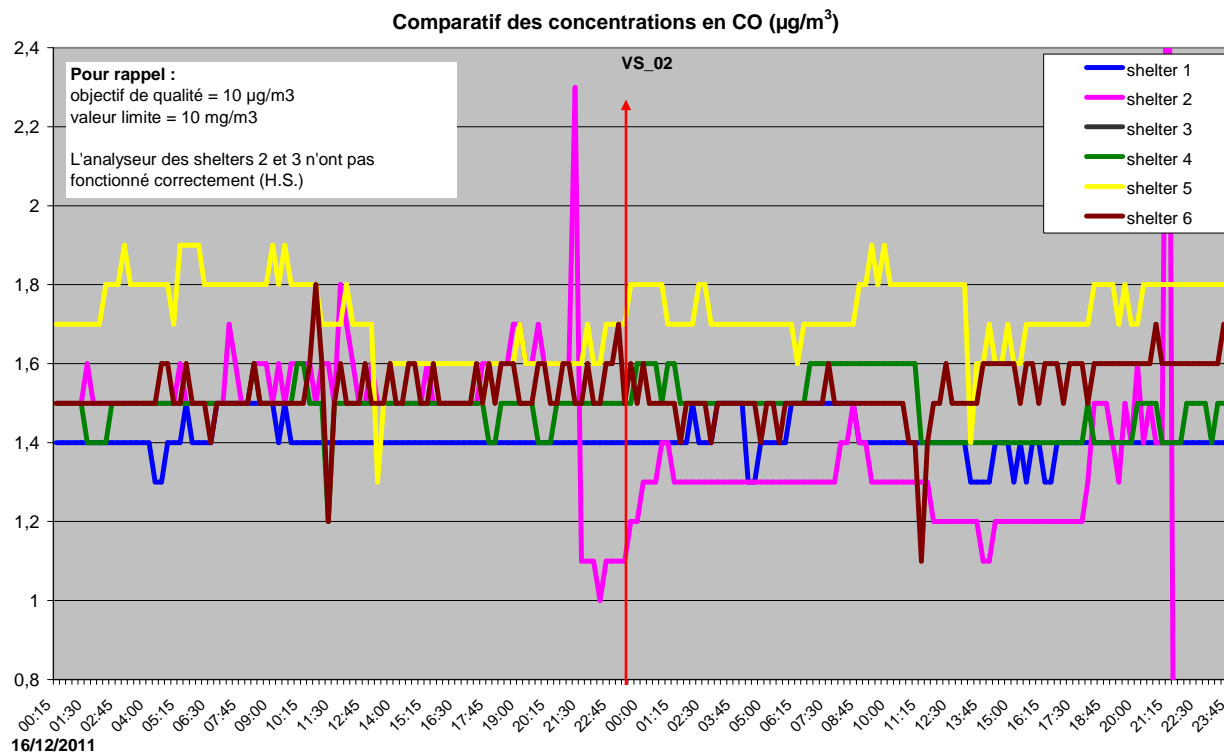
8.2. Résultats des mesures

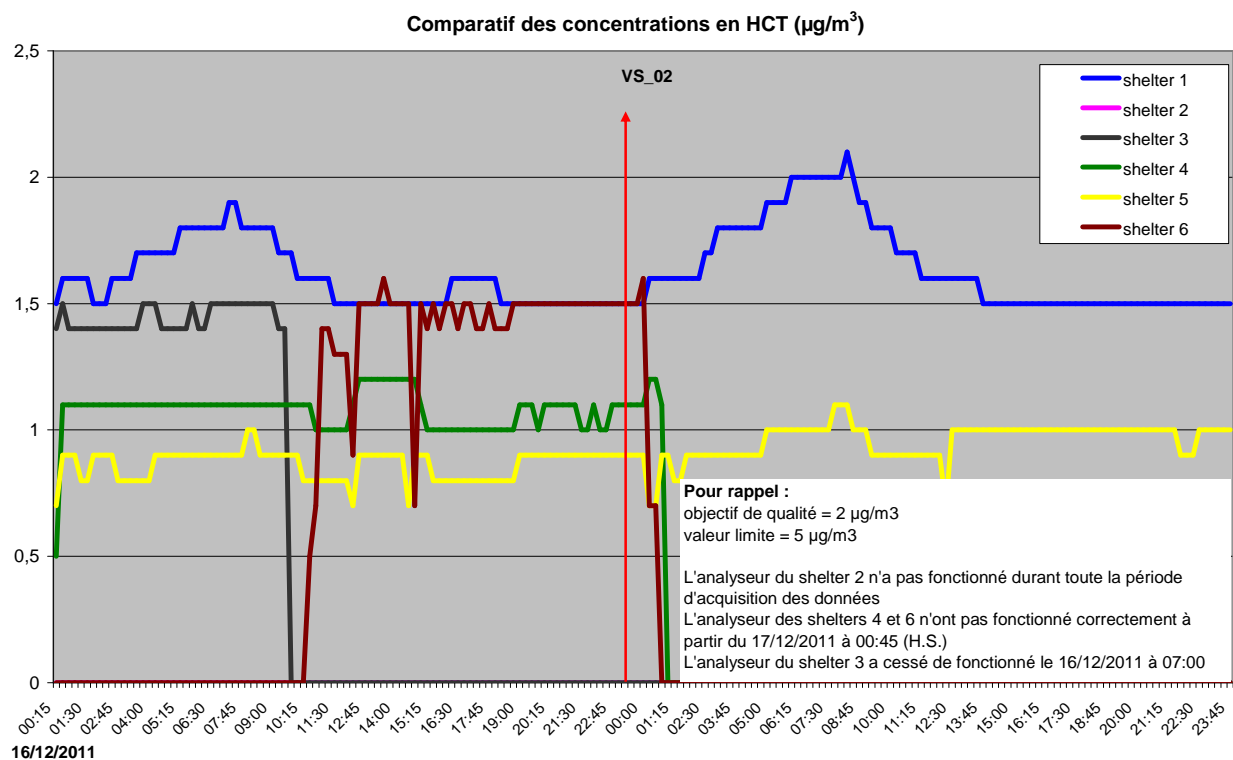
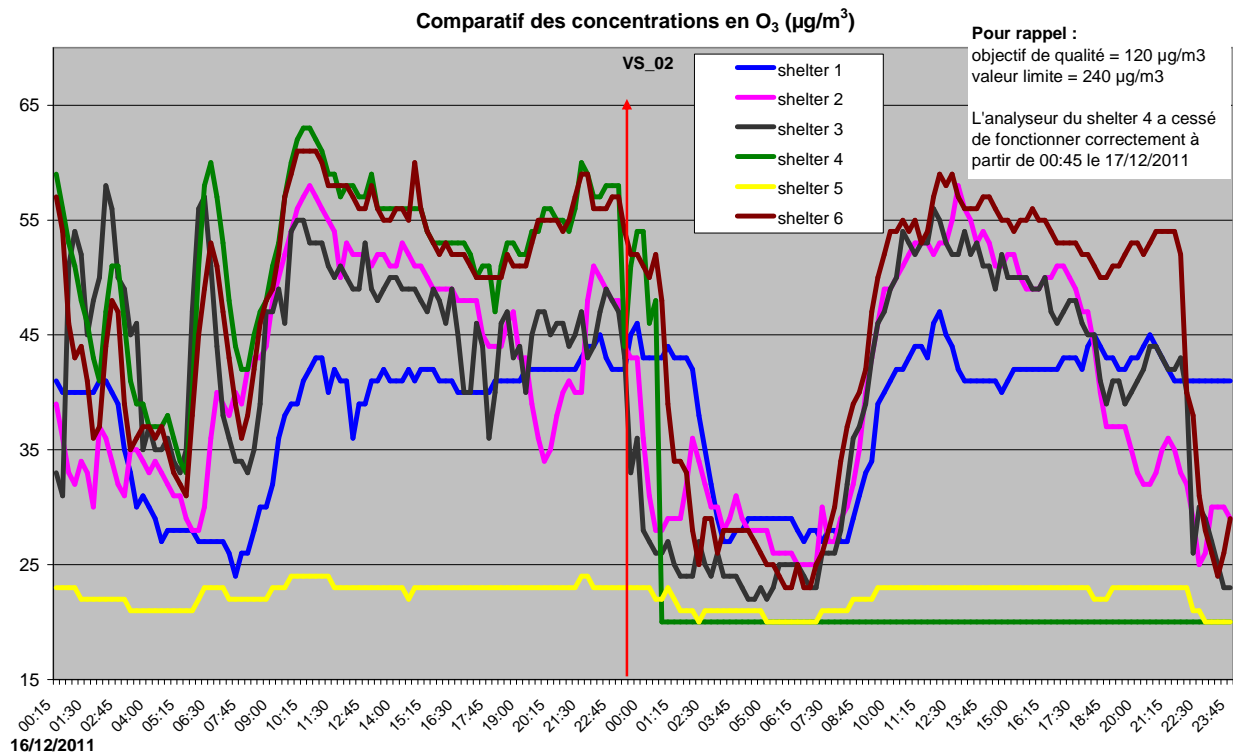
8.2.1. Résultats des analyseurs en continu ENVIRONNEMENT SA

Les graphiques présentant les résultats détaillés sont regroupés en *Annexe 3* du présent document (*pages 75 à 120*).

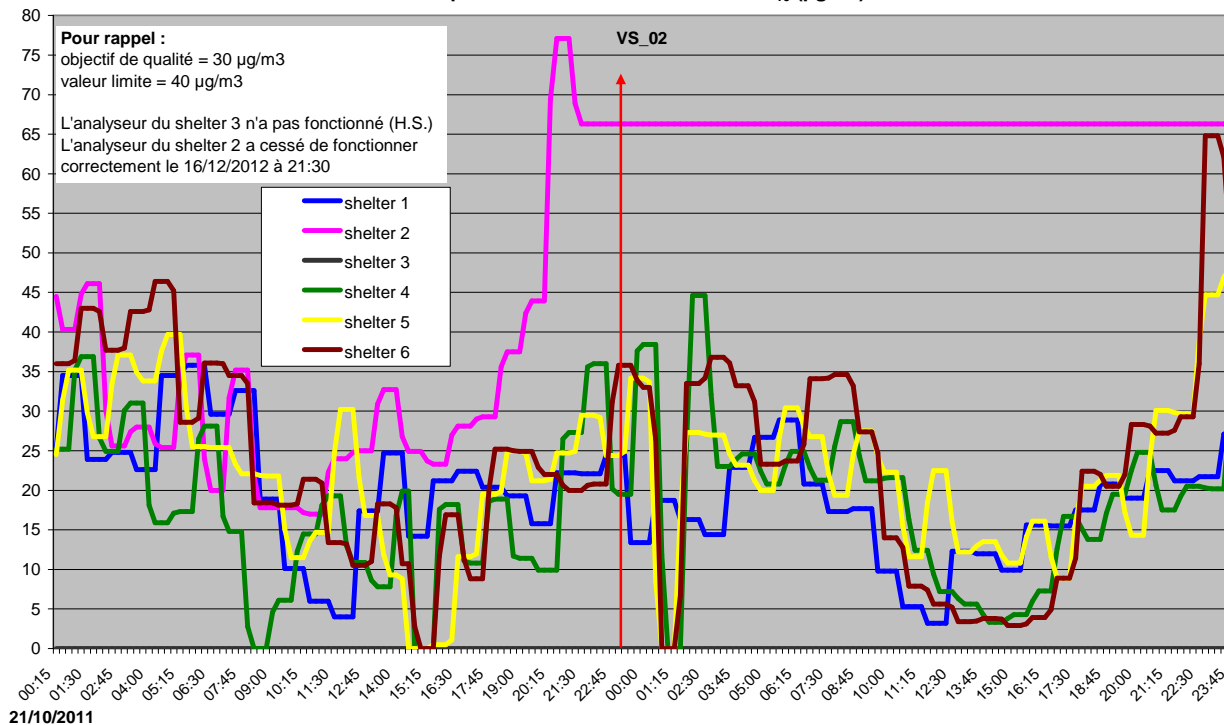
Les graphiques ci-dessous présentent, quant à eux, un comparatif des concentrations en produits de combustion à partir des résultats obtenus quelques heures avant et après le H0.



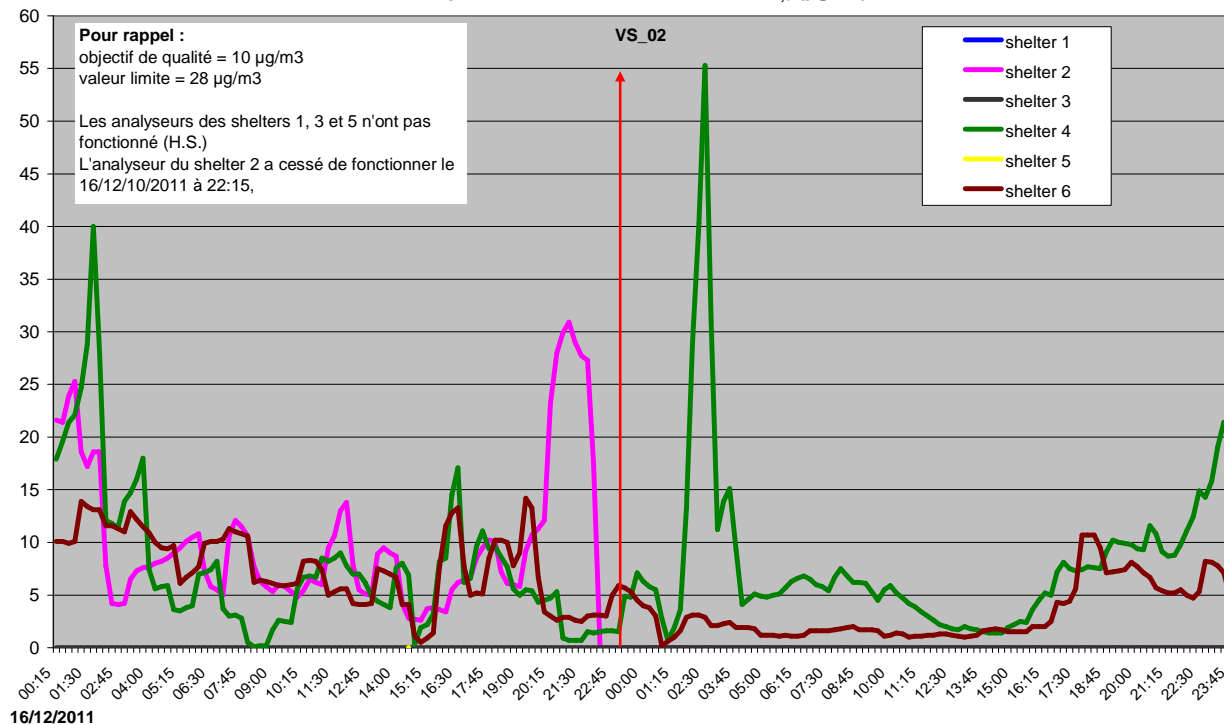




Comparatif des concentrations en PM₁₀ (µg/m³)



Comparatif des concentrations en PM_{2,5} (µg/m³)



	SHELTER 1 : KOUROU	SHELTER 2 : SINNAMARY	SHELTER 3 : LABO CHIMIE	SHELTER 4 : BAT. 3529	SHELTER 5 : BAT. 3551	SHELTER 6 : BAT 3556
SO ₂					min	max
NO ₂	max					min
CO	min	HS	HS		max	
CO ₂	min	HS	HS	max		
O ₃				HS	min	max
HCT	max	HS	HS	HS	min	HS
PM ₁₀		HS	HS	min		max
PM _{2,5}	HS	HS	HS	max	HS	min

Tableau 6 : Tableau récapitulatif des anomalies et des extrema pour chacun des paramètres suivis

Remarques :

- graphique SO₂ : on constate que le niveau moyen de SO₂ oscille entre 15 et 32 µg/m³ (concentration moyenne = 25,3 µg/m³). Les concentrations les plus fortes sont mesurées au niveau du shelter n°6 implanté sur la zone de stockage du PHHC (à 750 mètres de la zone de lancement). Les concentrations les plus basses ont, quant à elles, été quantifiées sur le shelter n°5 (zone de dépotage du PHHC à 550 mètres de la ZLS).

Par ailleurs, en champ proche (shelters 4 à 6), seul le graphique correspondant au shelter 5 fait apparaître un pic 1h30 après le H0. Compte tenu des conditions météorologiques du moment (vitesse et direction du vent), ce pic n'est pas dû aux retombées chimiques et particulaires de la trace de combustion de Soyuz. Cette augmentation semble être la conséquence de la reprise de l'activité du site (circulation de véhicules). Pour les 2 autres analyseurs, les niveaux enregistrés sont équivalents à ceux du champ lointain (notamment ceux de Kourou et de Sinnamary).

Ainsi, on peut conclure que :

- les analyseurs n'ont pas détecté d'apports particuliers en SO₂ imputables au lancement VS02 ; les quantités détectées constituant le bruit de fond « naturel »,
- les teneurs mesurées restent très inférieures à la valeur limite prescrite par le décret n°2010-1250 du 21/10/2010 [DR4] et à l'objectif de qualité de l'air.

- graphique NO₂ : La teneur en NO₂ mesurée au niveau de l'hôtel des Roches (shelter 1) est supérieure à celle détectée sur les autres points de mesures. En effet, la concentration moyenne de NO₂ détectée au shelter 1 est de 28,4 µg/m³ alors que pour les autres analyseurs, la moyenne est de 19,7 µg/m³. Il est à noter que les teneurs quantifiées en champ proche (shelters 4 à 6) sont nettement inférieures aux concentrations du champ lointain (écart moyen de l'ordre de 7 µg/m³).

Par ailleurs, l'ensemble des valeurs reste inférieur à la valeur limite imposée par le décret relatif à la qualité de l'air [DR4]. L'objectif de qualité de l'air est, quant à lui, respecté sauf sur le shelter n°4 (implanté à 190 mètres de la ZLS) où un pic est observé 10 minutes après le H0 (concentration de 45 µg/m³). Ce fort taux de NO₂ n'a pas perduré dans le temps, puisque 10 minutes après, les niveaux sont redevenus normaux. A noter la

présence d'autres extremums correspondant aux pics de circulation routière sur des sites implantés à proximité (ou sous le vent) de voies de circulation. Aussi, ces pics apparaissent suite à une dynamique « naturelle » de variation des concentrations avec le temps appelées variations nycthémérales.

A l'exception du maxima du shelter n°4 imputable au lancement V S02, on peut conclure que les analyseurs n'ont pas détecté d'apports particuliers en NO₂ dû à l'activité de lancement. Les quantités détectées constituent le bruit de fond ambiant.

- graphique CO : Les teneurs en CO sont toutes inférieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité de l'air définis au [DR4]. Il est à noter que les analyseurs des shelters 2 et 3 n'ont pas fonctionné correctement sur la période de mesures.

Par ailleurs, les mesures ont mis en évidence des concentrations en champ proche légèrement supérieures à celles du champ lointain (0,2 µg/m³ d'écart). Les valeurs maximales étant atteintes au niveau du shelter 5 (à 550 mètres de la ZLS). Les 2 autres shelters du champ proches (4 et 6) ont des niveaux moyens de CO équivalents (1,5 µg/m³).

Il est à noter une légère augmentation de la concentration en CO quelques minutes après le décollage (variation de 0,1 µg/m³). Par conséquent, les analyseurs du champ proche ont détecté une contribution négligeable du lanceur sur l'ELS (incertitude des mesures). Ainsi, les niveaux mesurés correspondent au bruit de fond ambiant aussi bien sur l'ELS que dans les villes de Kourou et de Sinnamary.

- graphique CO₂ : Le graphique ne montre pas d'apport en CO₂ attribuable au lancement Soyuz. En effet, des variations des concentrations en fonction du temps sont mises en évidence. Cela coïncide avec les phénomènes de photosynthèse et de respiration de la végétation : consommation de CO₂ la journée et production de CO₂ la nuit. Pour rappel, 50% du territoire du CSG est recouvert par de la forêt primaire et secondaire (soit environ 350 km²). A noter que le niveau naturel de CO₂ est un peu plus faible à Kourou que sur les autres points (écart de 100 mg/m³).

- graphique O₃ : Le processus de production d'ozone est mis en évidence par le graphique. Pour rappel, l'ozone (polluant « photochimique ») est produit par un ensoleillement intense, en présence de précurseurs tels que les oxydes d'azote et les hydrocarbures. Les fortes concentrations d'ozone sont observées entre 10h00 et 18h00 (période de fort ensoleillement). Ces concentrations diminuent progressivement durant la période de nuit ou augmentent progressivement lors des périodes de faible ensoleillement (entre 19h00 et 09h00).

Les teneurs en ozone les plus faibles ont été quantifiées au niveau du shelter 5 (implanté à 550 mètres de la ZLS). Par ailleurs, pour le champ proche, nous constatons que les quantités d'ozone détectées par les shelters 4 et 6 sont équivalentes entre elles (50 µg/m³), sur toute la période de mesure. Cependant, elles restent légèrement plus importantes que les concentrations du champ lointain (valeurs moyennes : 40 µg/m³).

Par conséquent, la présence d'ozone n'est pas attribuable au nuage de combustion de Soyuz car les variations observées suivent une dynamique « naturelle » de variation des concentrations avec le temps (variation nycthémérale). Par ailleurs, la valeur limite du [DR4] n'a pas été dépassée et l'objectif de qualité de l'air est, quant à lui, respecté.

- graphique HCT (COV): Le graphique met en exergue de très fortes quantités de Composés Organiques Volatiles (COV) au niveau de l'hôtel des Roches à Kourou. Des COV ont aussi été détectés au niveau des shelters n°5 (à 550 mètres de la ZLS), dans de plus faibles proportions. Par ailleurs, il est important de signaler que la valeur limite prescrite par le décret n°2010-1250 n'a pas été dépassée. L'objectif de qualité de l'air est respecté sauf pour le shelter 1 à Kourou (pic de 2,1 µg/m³ détecté 09h après le H0). Ce dépassement semble être dû aux émissions :
 - de la végétation (présence de mangrove à proximité immédiate du shelter),
 - des voies de circulation (présence de parkings et de routes aux alentours).Par conséquent, la présence de COV n'est pas attribuable au lancement V S02.
- graphique PM₁₀: Des PM₁₀ ont été détectées en très fortes concentrations (dépassant l'objectif de qualité et la valeur limite) sur tous les sites. Ce phénomène est la conséquence d'apports naturels particulièrement importants lors de la grande saison sèche (particules provenant du Sahara). Compte tenu de ces très forts apports naturels, nous ne pouvons pas distinguer la contribution potentielle de V S02 et en conclure quant à l'impact de la « trace » de combustion.
- graphique PM_{2,5}: Le constat relatif aux PM₁₀ est le même ici. Des dépassements de la valeur limite et de l'objectif de qualité sont à noter. De plus, un pic de concentration est observé sur le shelter 4 (implanté à 190 mètres de la ZLS), 3h45 après le H0. Nous pouvons conclure que les teneurs en PM_{2,5} mesurées ne sont pas attribuables au lancement V S02. Ces particules naturelles sont issues de phénomènes naturels (transport de matières particulaires du Sahara lors de la grande saison sèche).

8.2.2. Comparaison des résultats de VS02 aux résultats de VS01

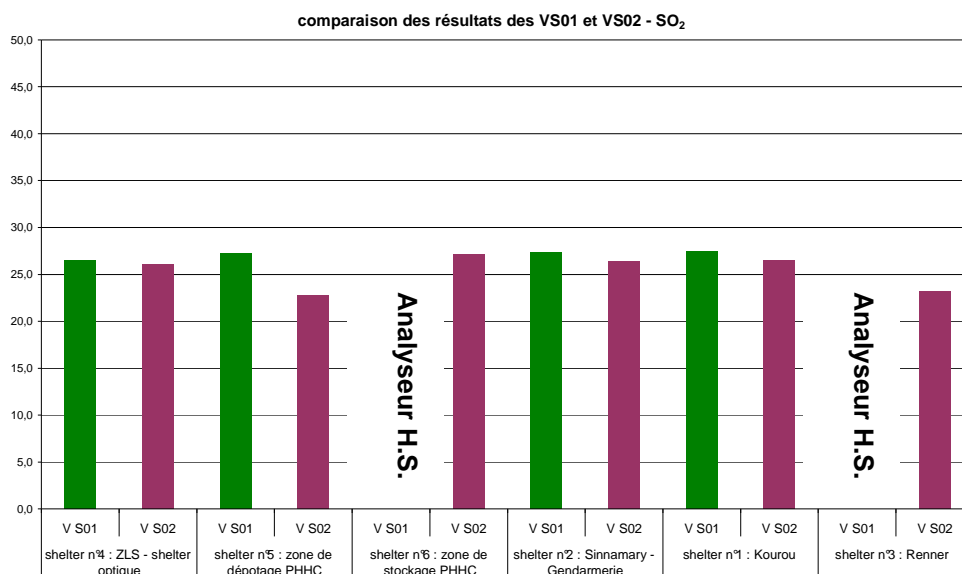
Les histogrammes et le *Tableau 7* présentent un comparatif global des concentrations moyennes en produits de combustion à partir des résultats obtenus entre H0-23h et H0+23h45.

Tableau 7 : Synthèse des résultats moyens de VS01 & VS02 et des écarts associés

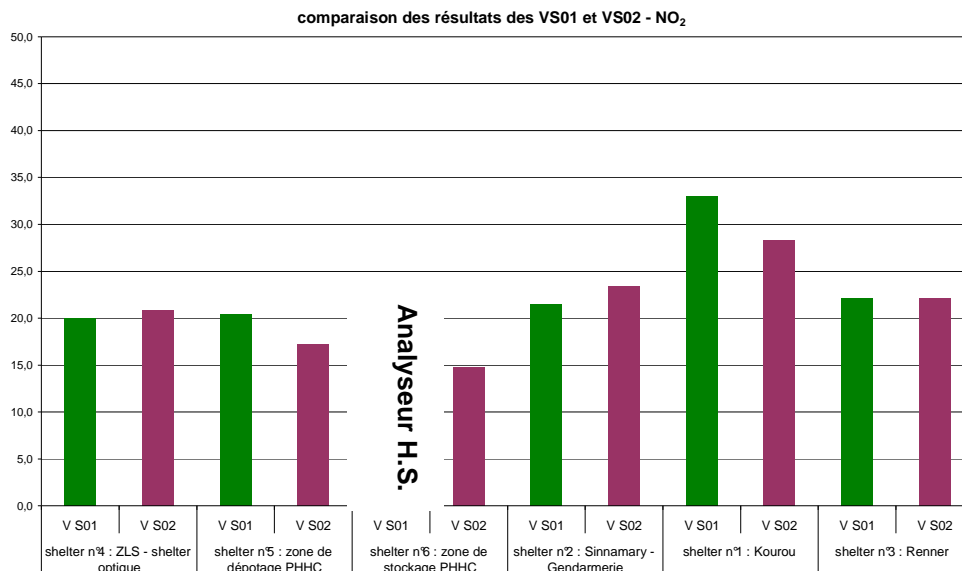
			Résultats moyens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								écarts moyens (%)							
			SO ₂	NO ₂	CO	CO ₂	O ₃	HCT	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂	CO	CO ₂	O ₃	HCT	PM ₁₀	PM _{2,5}
Champ proche	shelter n°4 : ZLS - shelter optique	V S01	26,5	20,0	1,4	791,1	40,5	0,0	7,3	HS	1,6%	-4,2%	-6,2%	-0,4%	-	-	-149,3%	-
		V S02	26,1	20,8	1,5	794,3	HS	HS	18,2	7,9								
	shelter n°5 : zone de dépotage PHHC	V S01	27,2	20,4	1,8	789,1	36,1	0,5	HS	HS	16,2%	15,3%	4,4%	3,2%	38,1%	-82,3%	-	-
		V S02	22,8	17,3	1,7	763,6	22,3	0,9	22,1	HS								
	shelter n°6 : zone de stockage PHHC	V S01	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	-	-	-	-	-	-	-	-
		V S02	27,1	14,8	1,5	762,1	46,6	HS	23,6	5,4								
camps moyen & lointain	shelter n°2 : Sinnamary - Gendarmerie	V S01	27,3	21,5	1,5	850,7	35,5	0,0	11,1	4,7	3,3%	-9,1%	-	-	-14,8%	-	-	-
		V S02	26,4	23,5	HS	HS	40,8	HS	HS	HS								
	shelter n°1 : Kourou	V S01	27,4	33,0	1,5	816,7	34,5	3,5	9,2	HS	3,5%	14,1%	6,1%	9,2%	-10,6%	53,6%	-110,9%	-
		V S02	26,4	28,4	1,4	741,7	38,1	1,6	19,4	HS								
	shelter n°3 : Renner	V S01	HS	22,1	1,3	814,7	34,6	HS	12,9	3,9	-	-0,2%	-	-	-19,6%	-	-	-
		V S02	23,2	22,1	HS	HS	41,4	HS	HS	HS								
			6%	9%	6%	4%	21%	68%	130%	-								

Remarques :

- SO₂** : Les teneurs en SO₂ quantifiées lors de la campagne de mesures pour V S02 sont équivalentes à celles de V S01 (écart de moyen de 6 %), cela quel que soit le site contrôlé. Ces concentrations restent quasi-constantes sur l'ensemble du territoire du CSG et dans les villes de Kourou et de Sinnamary. Par conséquent, les analyseurs ENVIRONNEMENT SA n'ont pas quantifiés d'apports imputables au lancement V S02. Ils ont vraisemblablement mesuré la « qualité » de l'air ambiant.

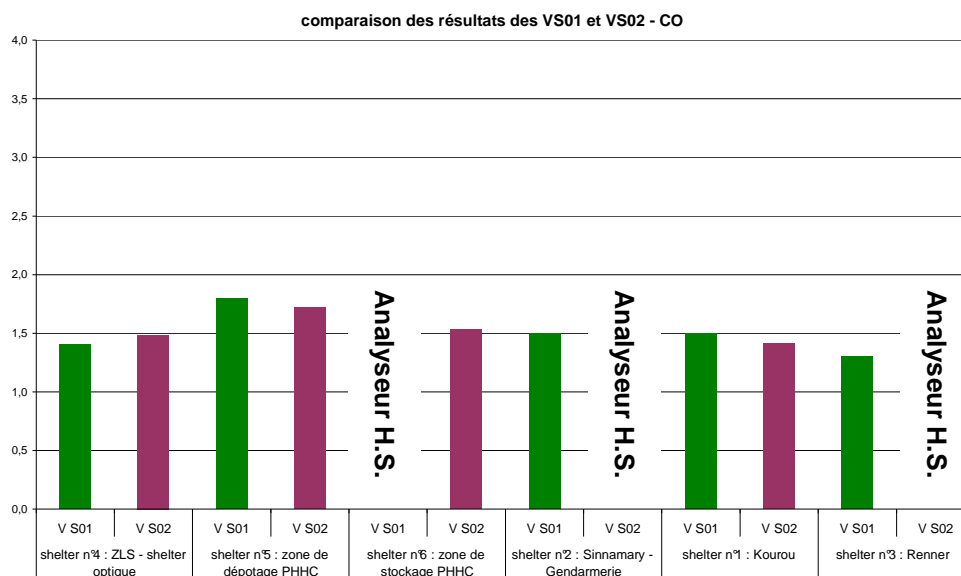


- NO₂** : Pour un même lancement (VS01 ou VS02), on constate que les concentrations moyennes fluctuent de façon importante d'un site à l'autre. Cependant, la comparaison des résultats des 2 lancements entre eux met en évidence un écart moyen non significatif (9 %). Cela signifie que les capteurs n'ont pas détecté d'apports particuliers en NO₂ attribuables au lancement VS02 ; les quantités détectées constituant le bruit de fond ambiant.

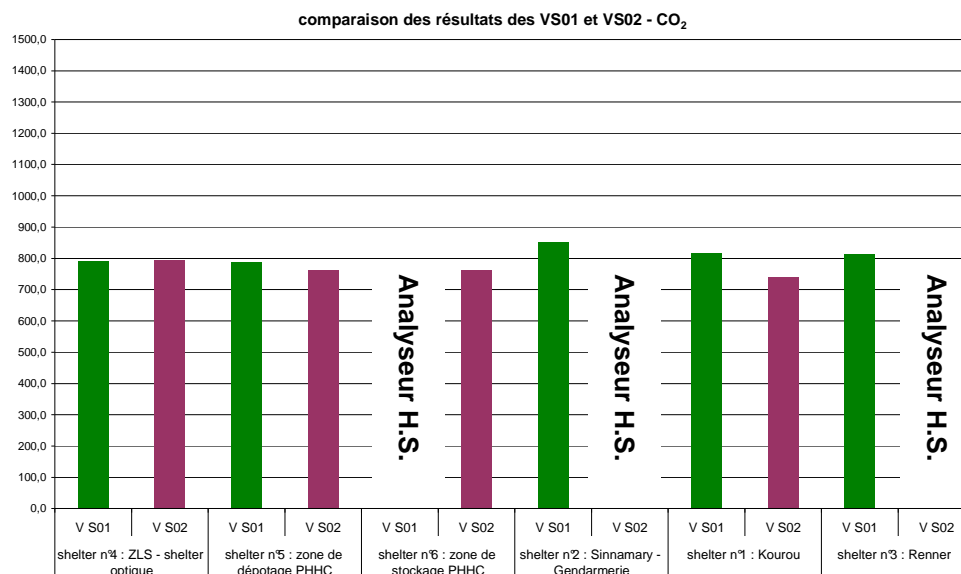


- CO : De très faibles variations de concentrations sont à noter que ce soit :
 - pour un même lancement (V S01 ou V S02)
 - suite à la comparaison des résultats des 2 lancements entre eux (écart moyen non significatif, de l'ordre de 6 %)

Nous pouvons donc conclure que les analyseurs n'ont pas détecté d'apports particuliers en CO attribuables au lancement VS02 ; les quantités détectées constituent le bruit de fond ambiant.

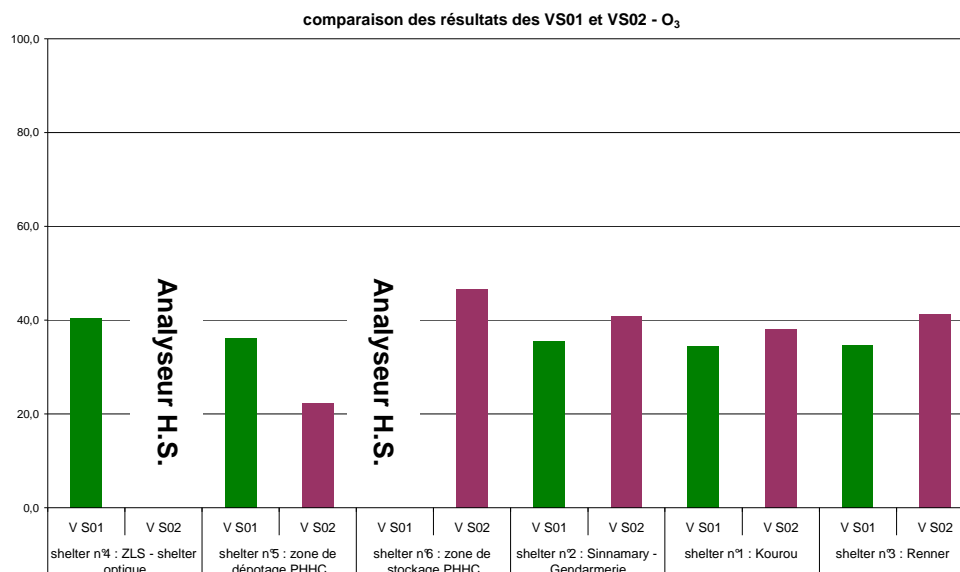


- CO₂ : Les teneurs de CO₂ mesurées lors de V S02 sont équivalentes à celles de V S01 (écart moyen de l'ordre de 4 %). Les analyseurs n'ont, par conséquent, pas détecté d'apports particuliers en CO₂ attribuables au lancement VS02. Ces derniers ont quantifié la qualité de l'air ambiant.

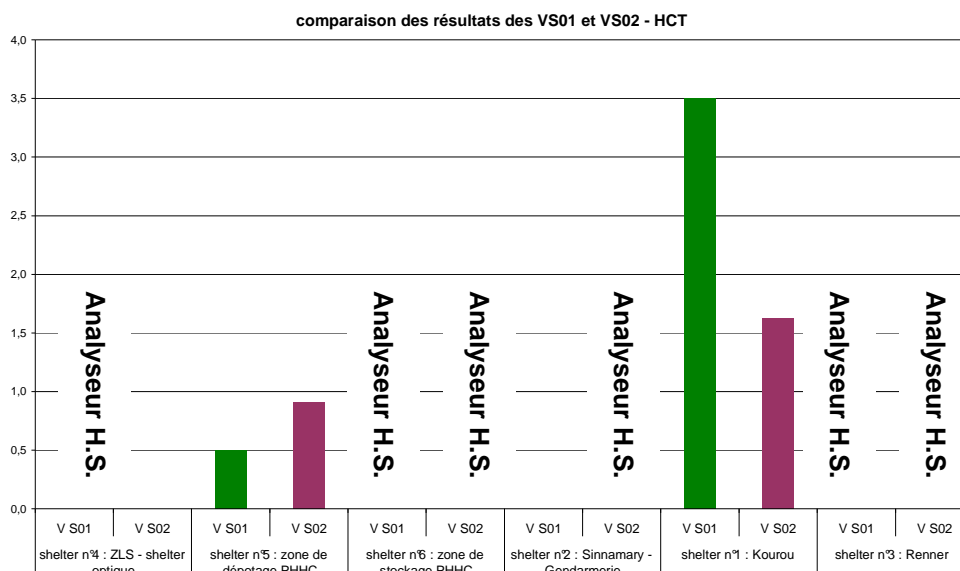


- O₃ : Un écart significatif est à noter entre les mesures de V S01 et celles de V S02 (écart moyen de 21%). Ces disparités semblent être dues à la spécificité du processus de formation de l'ozone (polluant « photochimique »).

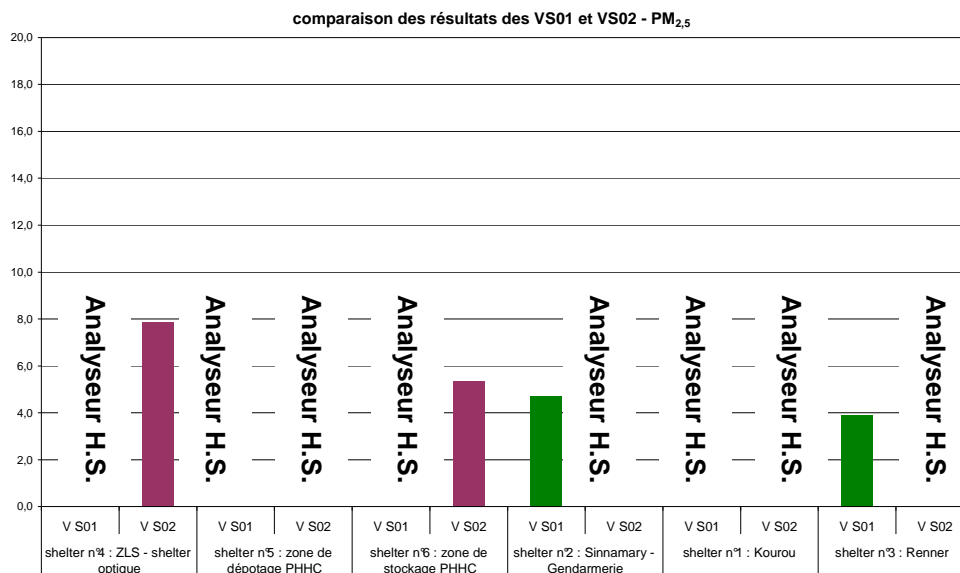
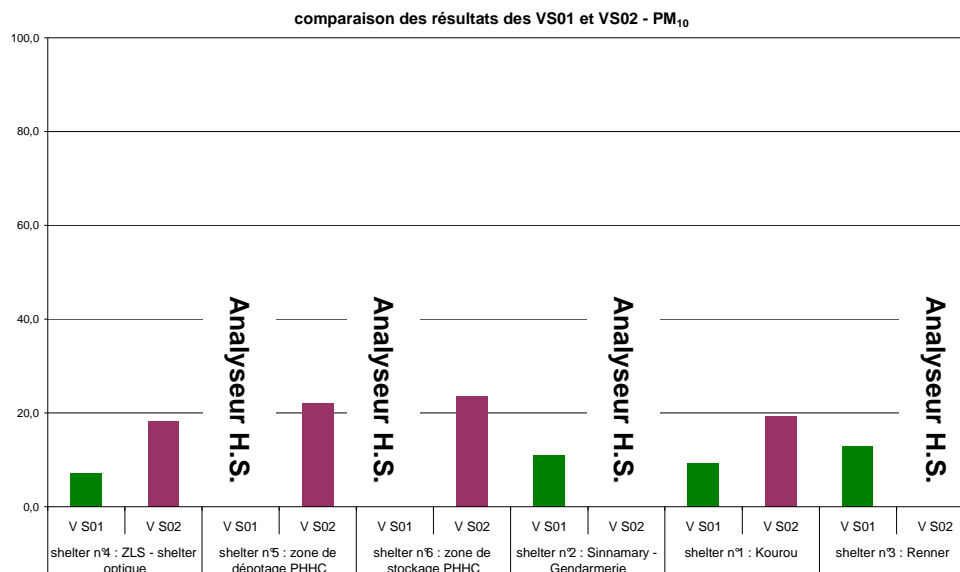
A cause de microcoupures survenues sur le réseau électrique, des analyseurs ont été Hors Service en champ proche. C'est pour cette raison, qu'il est difficile de conclure quant à la contribution des émissions de Soyuz dans la formation de l'ozone. Néanmoins, les émissions de Soyuz ne semblent pas avoir eu de conséquence sur la qualité de l'air hors de l'ELS (notamment dans les villes de Kourou et de Sinnamary).



- Les hydrocarbures : Compte tenu des nombreuses microcoupures survenues sur le réseau électrique, certains analyseurs ont été Hors Service. Par conséquent, il est difficile de conclure quant à l'impact des émissions de Soyuz. Néanmoins, pour rappel, les hydrocarbures (ou composés organiques volatiles ou BTEX) ont comme principales sources d'émissions :
 - la végétation (présence de forêt à proximité immédiate des capteurs),
 - les voies de circulation (présence d'axes routiers importants ou de parkings à proximité immédiate des capteurs).



- Les matières particulaires : Les 2 histogrammes mettent en évidence que les concentrations en particules de V S02 sont supérieures à celles de V S01. Par ailleurs, compte tenu des nombreuses microcoupures survenues sur le réseau électrique, certains analyseurs ont été Hors Service. Par conséquent, il est difficile de conclure quant à l'impact des émissions de Soyuz sur la qualité de l'air.



8.2.3. Comparaison des résultats des analyseurs ENVIRONNEMENT SA aux résultats des badges passifs

Le tableau suivant présente un comparatif des résultats obtenus par les analyseurs en continu ENVIRONNEMENT SA et les résultats obtenus suite à l'exposition des badges passifs. Cette comparaison a été réalisée uniquement :

- sur les points où les 2 dispositifs ont été installés, à savoir :
 - sur l'ELS : les bâtiments 3529, 3551 et 3556 (shelter optique, zone de dépotage et de stockage du PHHC),
 - Sinnamary,
 - Kourou.
- pour les composés suivis par les 2 types d'appareils (les dioxydes de soufre et d'azote (SO₂ et NO₂)),
- sur une période d'acquisition commune (78 heures)

		Résultats moyens (µg/m ³)		écarts moyens (%)	
		SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂
1 : ZLS - shelter optique	<i>Shelter n°4</i>	26,0	20,5	58%	38%
	<i>Badge</i>	11,0	12,6		
2 : zone de dépotage PHHC	<i>Shelter n°5</i>	23,9	17,2	54%	10%
	<i>Badge</i>	11,0	15,6		
3 : zone de stockage PHHC	<i>Shelter n°6</i>	26,3	14,7	58%	-24%
	<i>Badge</i>	11,0	18,3		
4 : Sinnamary	<i>Shelter n°2</i>	26,3	22,5	58%	34%
	<i>Badge</i>	11,0	14,8		
5 : Kourou	<i>Shelter n°1</i>	26,7	28,7	57%	54%
	<i>Badge</i>	11,5	13,3		
				57%	32%

Tableau 8 : Tableau comparatif des résultats obtenus par les analyseurs en continu et par les badges passifs

Il est important de signaler que, pour un dispositif donné, les concentrations moyennes sont du même ordre de grandeur sur l'ensemble des sites suivis.

Contrairement au vol S01, l'écart entre les concentrations mesurées par les analyseurs en continu ENVIRONNEMENT SA et celles mesurées par les badges passifs est significatif, malgré les très faibles teneurs quantifiées. Ces écarts proviennent de la qualité métrologique des 2 types de dispositif mis en œuvre (étalonnage, résolution, sensibilité, exactitude, etc.). Les analyseurs ENVIRONNEMENT SA subissent de façon très régulière une vérification de leur qualité métrologique. Les incertitudes sur les mesures sont, par conséquent, très faibles. Ce n'est pas le cas des badges passifs. Par exemple, l'exactitude et la justesse des mesures varient avec le temps d'exposition à la « pollution », avec la météo du moment (influence des précipitations sur l'adsorption des composés à analyser), etc.

Par ailleurs, en plus des incertitudes provenant de l'échantillonnage (adsorption des composés sur le badge), il faut ajouter :

- une incertitude sur la « stabilité chimique » des badges lors du transport (contamination par une source externe, désorption, etc.). La prise en compte de cette incertitude s'est faite grâce à la réalisation de « blancs », qui ont subi les mêmes contraintes que les badges réellement exposés.
- une incertitude sur la quantification des produits adsorbés, qui a lieu en laboratoire (étapes de désorption et d'analyse).

Par conséquent, l'utilisation des analyseurs d'air en continu ENVIRONNEMENT SA semble être le moyen le plus fiable de quantifier l'impact potentiel de Soyuz sur le milieu environnant. Les badges passifs ne seront, quant à eux, plus utilisés.

8.2.4. Résultats des détecteurs du réseau CODEX

Sur l'ensemble des systèmes détecteurs du réseau de Collecte de Données Environnement eXtérieur du CSG (CODEX), composé de vingt quatre systèmes CODEX détecteurs fixes et 2 systèmes CODEX mobiles, aucune pollution en dioxyde d'azote et en produits hydrazinés n'a été détectée.

8.3. Conclusions sur le suivi en continu de la qualité de l'air

Les mesures réalisées au moyen des 2 types d'analyseurs (ENVIRONNEMENT SA et Zellweger) n'ont pas mis en évidence d'impacts directs des produits de combustion de Soyuz sur la qualité de l'air. Bien que des concentrations légèrement plus importantes aient été détectées en champ proche, ces dernières ne sont pas attribuables au lancement V S02. En effet, l'observation de l'évolution des concentrations avec le temps fait apparaître une dynamique « naturelle » de variations (variations nyctémérales).

Pour certains composés tels que les oxydes de soufre ou les hydrocarbures, les concentrations quantifiées sur l'ensemble de lancement Soyuz (champ proche) sont très inférieures aux teneurs détectées à Kourou ou à Sinnamary (champ lointain).

Concernant les particules, de très fortes concentrations ont été quantifiées. Ce phénomène est la conséquence d'apports naturels particulièrement importants lors de la grande saison sèche (particules provenant du Sahara). Compte tenu de ces très forts apports naturels, la contribution potentielle de V S02 n'a pas pu être déterminée et aucune conclusion quant à l'impact de la « trace » de combustion n'a pu être tirée.

La comparaison des résultats obtenus pour V S02 à ceux de V S01 ne met pas en exergue d'écart significatifs. Il est important de souligner que pour l'ozone, les hydrocarbures et les particules, aucune conclusion n'a pu être réalisée à cause des problèmes de microcoupures survenus sur leurs analyseurs respectifs. Pour les autres composés, les valeurs mesurées sur l'ensemble des sites sont équivalentes d'un lancement à l'autre. Cela confirme donc la conclusion de l'impact négligeable des produits de combustion de Soyuz sur l'environnement des champs proche, moyen et lointain.

La comparaison des résultats des badges passifs avec ceux des analyseurs en continu montrent :

- que pour un dispositif donné, les concentrations moyennes sont du même ordre de grandeur sur l'ensemble des sites suivis.
- des écarts significatifs entre les 2 méthodologies de suivi ; écarts principalement dus à la qualité métrologiques des appareils de mesures et aux incertitudes inhérentes à l'échantillonnage et aux analyses.

Par conséquent, l'utilisation des analyseurs d'air en continu ENVIRONNEMENT SA semble être le moyen le plus fiable de quantifier l'impact potentiel de Soyuz sur le milieu environnant. Ainsi, pour les prochains lancements Soyuz, les badges passifs RADIELLO ne seront plus déployés. Néanmoins, une réflexion sera menée afin de trouver d'autres moyens de mesures plus adaptés compte tenu des meilleures techniques disponibles et de la particularité des lancements.

A noter que certains dysfonctionnements des analyseurs ENVIRONNEMENT SA sont imputables aux microcoupures du réseau électrique. Ce problème est actuellement en cours de résolution par l'installation d'onduleurs et d'un serveur permettant notamment la remontée d'alarmes.

Les résultats obtenus par la simulation SARRIM, réalisée au moyen du radiosondage le plus représentatif de l'état de l'atmosphère (le plus proche du H0), n'ont pas été corrélés. Les concentrations maximales ont été quantifiées sur des sites différents selon les composés contrôlés et dans des lieux qui ne sont pas forcément sous le vent de l'ELS. Pour rappel, les produits de combustion suivis sont des composés qui sont soit :

- naturellement présents dans l'air
- émis par des activités humaines telles que les émissions des véhicules motorisés.

Par conséquent, ces teneurs maximales semblent être principalement dues à l'activité humaine ou aux émissions de la végétation (confirmation de l'impact négligeable des lancements Soyuz).

Enfin, concernant les valeurs limites définies dans le décret 2010-1250 du 21/10/2010 **[DR4]**, plusieurs dépassements ont été enregistrés notamment pour les paramètres PM₁₀ et PM_{2,5} (sur tous les sites).

A titre indicatif, plusieurs écarts aux objectifs de qualité de l'air sont à noter :

- au niveau du shelter n°4 (ELS), pour les paramètres NO₂ (10 minutes après le H0)
- au niveau des shelters 1 (Kourou), pour le paramètre HCT (09h après le H0).

Ces écarts ne sont donc pas imputables au lancement V S02.

9. MESURES DE LA QUALITE DES EAUX DE LA ROCHE LENA

9.1. Objectif des mesures

L'objectif est de suivre la composition physico-chimique de l'eau de la Roche Lena, située sous le vent de l'ELS et de contrôler l'impact éventuel du lancement (comparaison avec les données de l'étude d'impact).

9.2. Résultats des mesures

Le tableau ci-dessous regroupe les valeurs des paramètres mesurés dans les échantillons prélevés toutes les 06 heures de H0-01H00 à H0+29H00.

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour les eaux de la Roche Léna

ECHANTILLON		DATE DE PRELEVEMENT	RESULTATS INSTITUT PASTEUR			
			Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25°C)	MES (mg/l)	DCO (mg/lO ₂)	Hydrocarbures totaux ($\mu\text{g}/\text{l}$)
AVANT H0	K1	16/12/11 à 22h03 min	54	<2	< 30	< 100
APRES H0	K2	17/12/11 à 04h03 min	54	<2	< 30	< 100
	K3	17/12/11 à 10h03 min	53	<2	< 30	< 100
	K4	17/12/11 à 16h03 min	53	<2	< 30	< 100
	K5	17/12/11 à 22h03 min	54	<2	< 30	< 100
	K6	18/12/11 à 04h03 min	53	<2	< 30	< 100
SPECIFICATIONS DE L'ARRETE PREFECTORAL			< 1 100	-	-	< 1 000
RESULTATS MOYENS DES ANALYSES LORS DE L'ETAT INITIAL *			56,8	1	< 0,2	< 50 000

* analyses réalisées par la SGDE, l'actuel exploitant de l'unité de potabilisation de l'eau (implantée au niveau du lac).

Aucune non-conformité à l'arrêté préfectoral n'a été mise en évidence. Les eaux de cette ancienne carrière sont de très bonne qualité.

Par ailleurs, il n'y a pas eu de dégradation de cette qualité. Elle reste équivalente à celle de l'état initial (réalisé lors de l'étude d'impact de l'ELS sur l'environnement). En effet, l'étude avait mis en évidence la présence de peu de matières en suspension, la faible conductivité des eaux et l'absence d'hydrocarbures.

9.3. Comparaison des résultats des mesures du vol S02 avec ceux du vol S01

Le *Tableau 10* synthétise les résultats moyens obtenus lors des 2 premiers lancements Soyuz.

		Résultats moyens	écarts moyens (%)
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	VS01	51,2	-4,6%
	VS02	53,5	
MES (mg/l)	VS01	2,0	0%
	VS02	2,0	
DCO (mg/l)	VS01	30,0	0%
	VS02	30,0	
Hydrocarbures totaux ($\mu\text{g/l}$)	VS01	100,0	0%
	VS02	100,0	

Tableau 10 : Tableau de synthèse des résultats moyens ainsi que des écarts moyens pour chaque paramètre contrôlé

9.4. Conclusions

En ce qui concerne la qualité des eaux, tous les paramètres contrôlés sont conformes à la spécification de l'arrêté préfectoral [DA3].

Aucune dégradation de la qualité des eaux n'est observée suite au 2nd lancement Soyuz. En effet, les valeurs mesurées sont du même ordre de grandeur que celles de l'état initial (réalisé pour l'étude d'impact de l'ELS sur l'environnement).

La comparaison des résultats obtenus pour ce 2nd vol avec ceux du 1^{er} lancement ne met pas évidence d'écarts significatifs sur les paramètres suivis. La qualité physico-chimique des eaux n'a pas évoluée. La Roche Léna n'a pas été impactée par ces 2 lancements successifs.

10. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR SOYUZ VOL S02

La surveillance de la qualité de l'air par les badges passifs et par les analyseurs en continu de l'air n'a pas mis en évidence d'impact direct des produits de combustion émis par Soyuz sur le territoire du CSG et les villes de Kourou et de Sinnamary. Les valeurs mesurées correspondent

- au bruit de fond ambiant qui suit des variations nyctémérales,
- au cumul de la pollution émise par les véhicules motorisé et la végétation.

Les résultats obtenus par la simulation SARRIM, réalisée au moyen du radiosondage le plus représentatif de l'état de l'atmosphère (le plus proche du H0), n'ont pas été corrélés que ce soit par les badges passifs ou les analyseurs en continu ENVIRONNEMENT SA. Les concentrations maximales ont été quantifiées sur des sites différents selon les composés contrôlés et dans des lieux qui ne sont pas forcément sous le vent de l'ELS.

Par ailleurs, la comparaison des résultats des badges passifs avec ceux des analyseurs en continu ENVIRONNEMENT SA montrent :

- que pour un dispositif donné, les concentrations moyennes sont du même ordre de grandeur sur l'ensemble des sites suivis.
- des écarts significatifs entre les 2 méthodologies de suivi (qualité métrologiques des appareils de mesures, incertitudes inhérentes à l'échantillonnage et aux analyses, etc.).

Par conséquent, l'utilisation des analyseurs d'air en continu ENVIRONNEMENT SA semble être le moyen le plus fiable de quantifier l'impact potentiel de Soyuz sur le milieu environnant. Ainsi, pour les prochains lancements Soyuz, les badges passifs RADIELLO ne seront plus utilisés. Néanmoins, une réflexion sera menée afin de trouver d'autres moyens de mesures plus adaptés compte tenu des meilleures techniques disponibles et de la particularité des lancements.

Pour ce lancement, aucune dégradation de la qualité physico-chimique des eaux superficielles de la Roche Léna n'est observée par comparaison :

- aux données de l'état initial (déterminé lors de l'étude d'impact nécessaire à l'obtention de l'arrêté d'exploiter l'ELS),
- aux mesures réalisées lors de V S01.

Par conséquent, les 2 lancements successifs n'ont pas eu d'impact sur ces eaux superficielles, qui sont de très bonne qualité. Par ailleurs, les concentrations mesurées sont conformes aux spécifications de cet arrêté.

Enfin, la comparaison des résultats obtenus pour V S02 à ceux de V S01 ne met pas en exergue d'écarts significatifs. Les teneurs mesurées sur l'ensemble des sites sont équivalentes d'un lancement à l'autre. Cela confirme donc :

- la conclusion de l'impact négligeable des produits de combustion de Soyuz sur l'Environnement des champs proche, moyen et lointain,
- les conclusions faites lors du rapport de présentation des résultats du premier plan de mesures environnement Soyuz [DR5].



Réf. : CSG-RP-SSX-14379-CNES

Ed/Rév : 01/00 Classe : GP

Date : 04/06/2012

Page : 43/120

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ
ST-A VOL S02 DU 16 DECEMBRE 2011 A 23H03

11. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ VOL S02 REALISE PAR CI/ESQS



**RESULTATS DU PLAN DE MESURES
ENVIRONNEMENT
SOYUZ VS 02**

Référence : 12SE.RS.09

Date : 16/022012

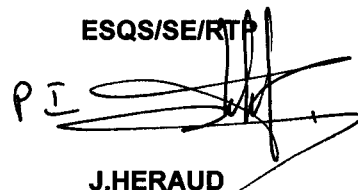
Page : 44/120

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT

SOYUZ VS 02

DIFFUSION : SDP/ES (3 exemplaires) ; ESQS/A ; ESQS/SE/RTP

ESQS/SE/RTP

PI 

J.HERAUD

1. INTRODUCTION

Le vol Soyuz S 02 a permis le lancement des satellites ELISA/PLEIADES/SSOT le 16/12/2011 à 23h03 (heure locale).

Participants ESQS : J.HERAUD – M. SALLOT DES NOYERS

Ce rapport présente l'ensemble des résultats obtenus. Il détaille :

- la description des mesures réalisées pour ce lancement ;
- la localisation des points de mesures (en champ proche et en champ lointain) ;
- les résultats des analyses faites à partir des capteurs passifs « Radiello » ;
- les résultats des analyses conduites sur l'eau de surface de la carrière « Roche Lena »
- les résultats des détections du réseau CODEX.

1.1. Instrumentation

Pour ce lancement, 12 sites ont été instrumentés. Les analyseurs et capteurs suivants ont été employés :

- 2 Zellwegers installés sur le site d'observation COLIBRI (l'un configuré pour la détection des produits hydrazinés et l'autre pour la détection du dioxyde d'azote),
- 3 capteurs « radiello » spécifiques au dioxyde de soufre (SO₂) sur 10 sites (2 capteurs essai et 1 capteur blanc),
- 3 capteurs « radiello » spécifiques au dioxyde d'azote (NO₂) sur 10 sites (2 capteurs essai et 1 capteur blanc),
- 3 capteurs « radiello » spécifiques à l'ozone (O₃) sur 10 sites (2 capteurs essai et 1 capteur blanc),
- 3 capteurs « radiello » spécifiques aux composés organiques volatils (COV) sur 10 sites (2 capteurs essai et 1 capteur blanc),
- 1 préleveur d'eau automatique installé sur le site Roche LENA.


1.2. Mise en place

Le matériel (capteurs radiello – Zellweger – préleveur d'eau automatique) a été installé le 16/12/2011 entre 08h30 et 12h00.

1.3. Retrait des capteurs et analyseurs et envoi des analyses aux laboratoires

Le préleveur d'eau automatique, les capteurs et analyseurs ont été récupérés le 19/12/2011 entre 14h00 et 18h00. Les capteurs « radiello » ont été expédiés par « Chronopost » au laboratoire « Quad Lab » le 20/12/11.

Les échantillons d'eau ont été remis le 21/12/2011 matin à l'Institut Pasteur.

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ VS 02	Référence : 12.SE.RS.09 Date : 16/02/2012 Page : 46/120
---	---	--

2. DESCRIPTION DES MESURES REALISEES POUR LE VOL SOYUZ VS 02

2.1. Mesures des retombées chimiques gazeuses

Des capteurs passifs de la marque « Radiello » ont été disposés an champs proche, intermédiaire et lointain afin de caractériser les retombées chimiques issues de la combustion du kérosène et de l'oxygène liquide utilisés pour la propulsion des premiers étages du lanceur Soyuz.

La concentration dans l'air ambiant de chacun des composés étudiés (SO₂, O₃, COV et NO₂) a été mesurée par 2 capteurs passifs sur chacun des 10 sites instrumentés.

Par ailleurs, un « blanc de site » a également été réalisé pour chaque composé et sur chaque site.

Ainsi, les capteurs « d'essais » ont été soumis à la pollution environnante totale (préparation – transports – site de mesure - stockage) tandis que les capteurs « blancs » n'ont été soumis qu'à la pollution recueillie lors des phases de préparation, stockage et transports.

La mise en œuvre des capteurs a été assurée par ESQS et les analyses ont été confiées au laboratoire « Quad Lab ».

2.2. Mesures de la composition chimique de l'eau de la carrière « Roche LENA »

Le préleveur automatique, disposé sur le ponton de l'ancienne carrière Roche LENA a fonctionné pendant les 30 heures de prélèvement.

L'objectif était de suivre la composition chimique de l'eau de la carrière afin d'en contrôler le degré de pollution suite au lancement Soyuz vol S 02.

Les prélèvements ont été réalisés par intervalle de 06H de H0-1H à H0+ 29H. En raison des volumes nécessaires aux analyses, chaque prélèvement d'eau était distribué dans 4 flacons.

Les échantillons ont été confiés à l'Institut Pasteur de Cayenne pour analyses (MES, DCO, Hydrocarbures et Conductivité).

2.3. Mesures en continu de la qualité de l'air

24 analyseurs ZELLWEGER sont installés à poste fixe sur 8 sites localisés à Kourou, Sinnamary, le Centre Technique et les sites d'observation (Agami et Toucan).

Ce réseau mesure en temps réel la teneur en acide chlorhydrique, en dioxyde d'azote et en produits hydrazinés dans l'atmosphère.

Les données sont centralisées vers le poste CODEX implanté au BCS (Bureau de Coordination Sauvegarde) localisé au Centre Technique.

Deux appareils supplémentaires mobiles, disposés sur le site d'observation « Colibri », ont été mis en service à l'occasion de ce lancement pour la mesure :

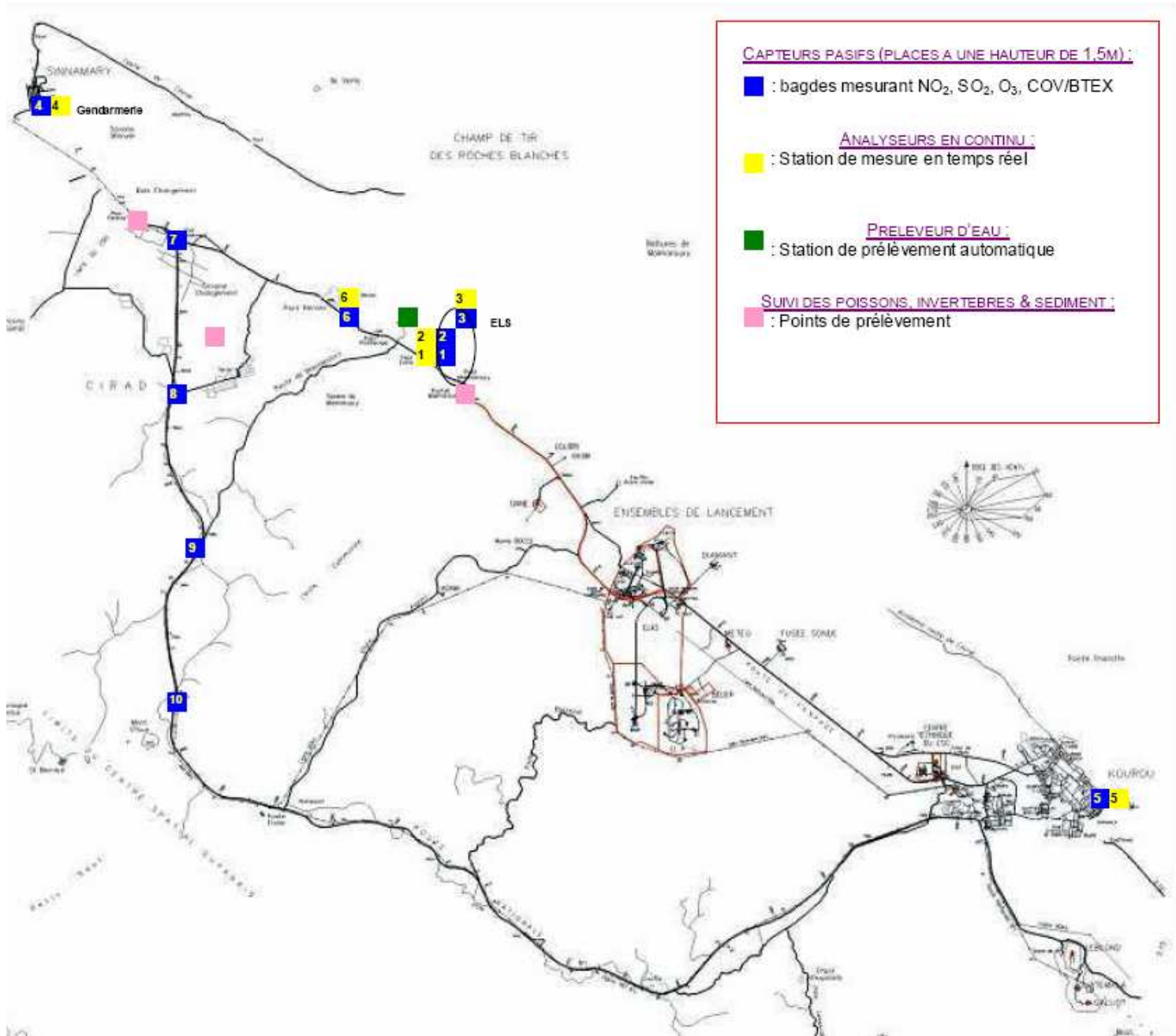
- des produits hydrazinés pour l'un,
- du dioxyde d'azote pour le second.

Les seuils de détections des appareils fixes sont les suivants :

Nom	Produits	Seuils de détection	Seuil olfactif
N ₂ H ₄	Produits hydrazinés	1 à 6 ppm	1,7 ppm
N ₂ O ₄	Dioxyde d'azote	1 à 45 ppm	0,2 ppm
HCl	Acide chlorhydrique	2 à 15 ppm	0,8 ppm

L'étalonnage et l'exploitation de ces mesures sont assurés par le service SDO/SC.

3. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES




4. MESURES DES RETOMBES CHIMIQUES

N° Coffret	Temps d'exposition sur ELS (min)	SO2		NO2		O3		COV								
		µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	Benzène		Toluène		Ethyl benzène		Xylènes totaux		COV totaux
		µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube
1.1	4621	< 6,1	< 11,0	trace < 4	< 11,1	37,7	332	0,085	0,66	2,206	15,91	1,126	9,48	3	24,4	953
1.2	4621	< 6,1	< 11,0	5,1	14,1	36,4	319,9	0,05	0,4	1,071	7,72	1,08	9,09	3,129	25,45	488
1.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,025		2,204		1,38		2,231		753
2.1	4621	< 6,1	< 11,0	4,9	13,7	25,9	228,1	0,079	0,61	1,627	11,73	1,05	8,84	2,685	21,84	1318
2.2	4621	< 6,1	< 11,0	6,3	17,5	21,9	192,4	0,068	0,53	1,194	8,61	0,903	7,6	2,473	20,12	884
2.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,08		2,105		0,752		3,067		670
3.1	4621	< 6,1	< 11,0	7,7	21,4	27,9	245,1	0,139	1,08	2,102	15,16	1,42	11,95	2,332	18,97	1234
3.2	4621	< 6,1	< 11,0	5,4	15,1	23,1	202,8	0,065	0,53	1,003	8,19	0,954	7,85	2,916	24,16	386
3.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,036		1,627		0,77		1,145		690
4.1	4619	< 6,1	< 11,0	5,8	16	< 15	< 132,0	0,222	1,9	5,43	47,05	1,733	15,13	4,547	40	1162
4.2	4619	< 6,1	< 11,0	4,9	13,5	23	202,4	0,149	1,32	1,136	10,15	1,21	10,89	3,585	32,53	1096
4.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,182		3,373		2,17		0,874		NQ
5.1	4678	3,7<x<6,7	6,56<x<12,1	4,8	13,2	40,6	352,5	0,056	0,52	2,2	20,69	0,56	5,31	1,51	14,44	NQ
5.2	4678	< 6,1	< 10,9	4,9	13,3	31,6	274,8	0,144	1,39	1,905	18,53	1,039	10,19	2,918	28,87	571
5.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,192		3,875		1,005		1,989		1128

NQ : exprime une quantité trop importante, non quantifiable en thermodésorption. Une concentration est parfois proposée (en plus de la notation NQ) mais elle correspond à une intégration partielle du composé.

N° Coffret	Temps d'exposition sur ELS (min)	SO2		NO2		O3		COV								
		µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	Benzène		Toluène		Ethyl benzène		Xylènes totaux		COV totaux
								µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube	µg/m3	µg/tube
6.1	4621	< 6,1	< 11,0	trace < 4	trace < 11,1	trace < 15	< 132,0	0,021	Trace < 0,4	1,867	19,73	1,446	15,42	2,178	23,45	1289
6.2	4621	< 6,1	< 11,0	trace < 4	trace < 11,1	< 15	< 132,0	0,16	1,74	0,755	8,29	2,28	25,26	5,63	63	550
6.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,142		2,397		0,91		2,728		910
7.1	4618	< 6,1	< 11,0	4,8	13,4	16,3	143,2	0,231	2,72	1,401	16,66	0,894	10,74	2,775	33,69	145
7.2	4618	3,2<x<6,2	5,73<x<11,3	4,7	13	19,8	174,7	0,221	2,71	1,845	22,88	1,208	15,14	3,621	45,89	1034
7.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,188		2,713		0,887		3,148		1045
8.1	4616	< 6,1	< 11,0	4,9	13,7	trace < 15	< 132,1	0,099	1,33	1,86	25,25	1,49	20,47	1,996	27,75	1245
8.2	4616	< 6,1	< 11,0	4,9	13,7	trace < 15	< 132,1	0,162	2,28	14,33	204	0,863	12,45	3,207	46,85	1319
8.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,512		3,387		1,392		1,516		1055
9.1	4613	< 6,1	< 11,0	trace < 4	< 11,1	trace < 15	< 132,2	0,021	Trace < 0,4	1,899	30,05	0,762	12,22	2,19	35,63	1103
9.2	4613	3,7<x<7,9	8,74<x<14,3	5,1	14,1	trace < 15	< 132,2	0,136	2,24	1,33	22,27	0,591	10,04	2,421	41,74	438
9.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,152		2,138		1,104		2,973		122
10.1	4613	< 6,1	< 11,0	7,1	19,8	15	132,3	0,111	2,07	1,001	18,96	0,876	16,87	2,925	57,29	988
10.2	4613	< 6,1	< 11,0	5,5	15,2	78,5	691,3	0,156	3,1	0,954	19,34	0,747	15,41	2,308	48,51	1282
10.3 (blanc)		< 6,1		trace < 4		< 15		0,098		2,03		0,933		2,69		1287 (NQ)

NQ : exprime une quantité trop importante, non quantifiable en thermodésorption. Une concentration est parfois proposée (en plus de la notation NQ) mais elle correspond à une intégration partielle du composé.

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ VS 02	Référence : 12.SE.RS.09 Date : 16/02/2012 Page : 51/120
---	---	--

5. MESURES DE LA QUALITE DES EAUX DE LA CARRIERE « ROCHE LENA »

Echantillon	Date de prélèvement	Résultats IP			
		Conductivité ($\mu\text{s/cm}$ à 25°C)	MES (mg/l)	DCO (mg/IO ₂)	Hydrocarbures totaux ($\mu\text{g/l}$)
RL1	21/10/11 à 06h30 min	54,0	<2	< 30	< 100
RL2	21/10/11 à 11h30 min	54,0	<2	< 30	< 100
RL3	21/10/11 à 17h30 min	53,0	<2	< 30	< 100
RL4	21/10/11 à 23h30 min	53,0	<2	< 30	< 100
RL5	22/10/11 à 05h30 min	54,0	<2	< 30	< 100
RL6	22/10/11 à 11h30 min	53,0	<2	< 30	< 100

6. MESURES DE LA QUALITE DE L'AIR - RESEAU CODEX

Le réseau CODEX ainsi que les 2 détecteurs mobiles implantés sur le site « Colibri » n'ont pas détecté de pollution.

7. RAPPELS SUR LES LIMITES REGLEMENTAIRES DE TOXICITE DES PRINCIPAUX PRODUITS EMIS PAR LE LANCEUR SOYUZ

7.1 SO₂

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant respiratoire. Les personnes les plus vulnérables sont les asthmatiques, les enfants et les personnes âgées. Le mélange acido-particulaire déclenche des effets bronchospastiques chez l'asthmatique, augmente les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire), altère la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crise d'asthme).

Le Décret n°2002-213 du 15 février 2002* définit les valeurs suivantes :

- Objectifs de qualité : 50 $\mu\text{g/m}^3$ en moyenne annuelle.
- Seuil de recommandation et d'information : 300 $\mu\text{g/m}^3$ en moyenne horaire.
- Seuil d'alerte : 500 $\mu\text{g/m}^3$ en moyenne horaire, dépassé pendant trois heures consécutives.
- Valeurs limites pour la protection de la santé humaine : 350 $\mu\text{g/m}^3$ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an

7.2 NO₂

Les NO_x comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température.

Les effets sur la santé des oxydes d'azote sont des maladies respiratoires chroniques. Le Monoxyde d'azote NO passe dans le sang et limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Le dioxyde d'azote NO₂ pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires, et fragilise la muqueuse vis à vis des agressions infectieuses.

Dès la concentration de 200 µg/m³, il entraîne une altération de la fonction respiratoire et une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique. Chez l'enfant, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Le Décret n°2002-213 du 15 février 2002* définit les valeurs suivantes :

- Objectif de qualité : 40 µg/m³ en moyenne annuelle.
- Seuil de recommandation et d'information : 200 µg/m³ en moyenne horaire.
- Seuils d'alerte : 400 µg/m³ en moyenne horaire.
- Valeurs limites pour la protection de la santé humaine : 200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an

7.3 O₃

Ce polluant altère les muqueuses oculaires et pulmonaires. L'ozone est un oxydant puissant et agressif qui pénètre jusqu'aux voies respiratoires les plus fines (bronchioles). Une exposition prolongée à des concentrations de 150 à 200 µg/m³, provoque des irritations oculaires, de la toux et une altération pulmonaire chez les enfants et asthmatiques. Les effets sont majorés par l'exercice physique (pour les sportifs), et sont variables selon les individus.


Le Décret n°2002-213 du 15 février 2002* définit les valeurs suivantes :

- Objectifs de qualité : 110 µg/m³ en moyenne sur une plage de 8 heures pour la protection de la santé humaine
- 200 µg/m³ en moyenne horaire et 65 µg/m³ en moyenne sur 24 heures pour la protection de la végétation.
- Seuil d'alerte : 360 µg/m³ en moyenne horaire.

7.4 COV

Les composés organiques volatils (ou COV) regroupent une multitude de substances qui peuvent être d'origine biogénique (origine naturelle) ou anthropogénique (origine humaine). Ils sont toujours composés de l'élément carbone et d'autres éléments tels que l'hydrogène, les halogènes, l'oxygène, le soufre...

Leur volatilité leur confère l'aptitude de se propager plus ou moins loin de leur lieu d'émission, entraînant ainsi des impacts directs et indirects sur les animaux et la nature. Ils sont contenus à l'origine dans des matériaux solides ou dans des liquides qui ont des usages courants ou industriels. Certaines d'entre elles viennent modifier la composition chimique de l'air ambiant.

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ VS 02	Référence : 12.SE.RS.09 Date : 16/02/2012 Page : 53/120
---	---	--

Elles sont alors considérées comme des polluants. A titre d'exemple, voici quelques COV bien connus : le butane, le propane, l'éthanol (alcool à 90°), l'acétone, les solvants dans les peintures, les solvants dans les encres...

Les effets sur la santé des Composés Organiques Volatils (COV) sont très différents selon le polluant envisagé.

Ils peuvent générer une certaine gêne olfactive, une irritation voire une diminution de la capacité respiratoire.

Les aldéhydes sont très irritants pour les muqueuses oculaires et respiratoires. Certains d'entre eux, tel le formaldéhyde, sont également à l'origine d'allergies de contact cutanées.

Les cétones induisent des effets neuro-comportementaux (céphalée et somnolence).

Le benzène provoque une dépression de l'immunité cellulaire, des atteintes du système nerveux et des leucémies.

Le toluène et le xylène sont des irritants cutanés et peuvent provoquer des troubles du système nerveux central : troubles de la mémoire, insomnies, diminution des performances intellectuelles, troubles de la personnalité.

Des nuisances olfactives peuvent aussi être liées aux émissions de COV, notamment aux émissions de composés soufrés (Thiols), amoniaqués (Amines) et les aldéhydes

Le benzène :

Le Décret n°2002-213 du 15 février 2002* définit les valeurs suivantes :

- Objectif de qualité : 2 µg/m³ en moyenne annuelle.
- Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 5 µg/m³ en moyenne annuelle

Le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 (JO du 4 décembre 2011) relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène fixe la valeur-guide pour le benzène et pour une exposition de longue durée à 5 µg/m³ au 1er janvier 2013 et à 2 µg/m³ au 1er janvier 2016.

Le toluène :


L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) préconise cependant de ne pas dépasser les valeurs suivantes :

- 260 µg/m³ en moyenne sur 7 jours (en ambiance de travail)
- 1 000 µg/m³ en moyenne sur une demi-heure (seuil olfactif)

Les xylènes :

L'OMS préconise de ne pas dépasser les valeurs suivantes :

- 4 400 µg m³ en moyenne sur une demi-heure (seuil olfactif)

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ VS 02	Référence : 12.SE.RS.09 Date : 16/02/2012 Page : 54/120
---	---	--


- 4 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24 heures (effets constatés sur des groupes de volontaires)

Le Tétrachloroéthylène, :

La valeur guide de l'OMS est de 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 an.

Pour le Styrène, :

La valeur guide de l'OMS est de 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 semaine

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ VS 02	Référence : 12SE.RS.09 Date : 16/02/2012 Page : 55/120
---	---	---

7.5 Conclusion

	SO2	NO2	O3	COV			
				Benzène	Toluène	Xylènes	Tétrachloroéthylène
Décret 2002-213 du 15 février 2002*	50 µg/m ³ en moyenne annuelle	40 µg/m ³ en moyenne annuelle.	110 µg/m ³ en moyenne sur une plage de 08 H	2 µg/m ³ en moyenne annuelle	-		
Valeurs guides de l'OMS				260 µg/m ³ en moyenne sur 7 jours	4 800 µg/m ³ en moyenne sur 24 heures.	250 µg/m ³ sur 1 an	260 µg/m ³ sur 1 semaine

* Décret n° 2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des directives 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000 et modifiant le décret n° 98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites.



Réf. : CSG-RP-SSX-14379-CNES
 Ed/Rév : 01/00 Classe : GP
 Date : 04/06/2012
 Page : 56/120

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ
 ST-A VOL S02 DU 16 DECEMBRE 2011 A 23H03

12. ANNEXE 2 – RESULTATS DE LA SIMULATION SARRIM REALISEE A PARTIR DU RADIOSONDAGE 1R171211.TXT

Sarrim V04.43 ; le 19/06/2012 , 14h56
 Titre : Lanceur hypergolique
 Cas : Lancement
 Lanceur : SOYUZ
 Site : ZLS
 RS : D:\SARRIM\SARRIM4.4\data\radiosondages\1R171211.txt

.....
 :: METEO ::

RADIOSONDAGE.....
 D:\SARRIM\SARRIM4.4\data\radiosondages\1R171211.txt
 DATE.....: 17/12/2011
 HEURE.....: 2/40/ 0
 COEFF LESSIVAGE.....: 0.00008 ; 0.56700
 INTENSITE DE LA PLUIE (mm/h).....: 7.62000
 DELAI TIR - DEBUT DE LA PLUIE (s): 0.0
 DUREE DE LA PLUIE (h).....: 1.00000
 TURB (alpha, beta).....: 1.00000 ; 1.00000
 TURB (Xlry, Xry, Xrz).....: 0.00000 ; 100.00000 ; 100.00000

.....
 :: RADIO-SONDAGE BRUT ::

DATE.....: 17/12/2011/
 HEURE.....: 2/40/ 0/
 NOMBRE DE NIVEAUX.....: 41

	ALTIT.	PRESSION	VITES.	DIRECT.	TEMP.	HUMI.	T. POT.
	(m)	(mb)	(m/s)	(degre)	(K)	(%)	(K)
1	12.0	1009.0	2.00	100.00	299.45	87.0	302.1
2	100.0	999.0	4.80	99.00	299.55	80.8	302.8
3	200.0	987.8	6.80	100.00	298.85	82.4	303.1
4	300.0	976.7	7.10	104.00	298.05	83.6	303.2
5	400.0	965.6	7.50	104.00	297.25	84.0	303.3
6	500.0	954.7	8.90	98.00	296.25	90.4	303.3
7	600.0	943.9	9.30	97.00	295.75	81.8	303.4
8	700.0	933.1	8.60	97.00	295.35	77.3	303.9
9	800.0	922.4	8.40	94.00	294.35	82.7	303.9
10	900.0	911.9	8.70	97.00	293.55	84.5	304.0
11	1000.0	901.4	7.70	97.00	293.25	68.9	304.2
12	1100.0	891.0	8.20	90.00	292.95	65.6	304.8
13	1200.0	880.7	7.90	90.00	292.15	73.1	305.1
14	1300.0	870.6	8.60	84.00	291.35	82.5	305.5
15	1400.0	860.5	8.90	81.00	291.05	74.3	306.0
16	1500.0	850.5	8.20	79.00	290.55	73.9	306.4
17	1600.0	840.6	8.40	77.00	290.15	70.1	306.9
18	1700.0	830.8	8.90	71.00	289.55	67.7	307.2
19	1800.0	821.1	7.40	74.00	288.85	72.0	307.5
20	1900.0	811.5	7.00	73.00	288.55	69.9	308.2
21	2000.0	802.0	7.70	72.00	288.45	59.1	308.9
22	2100.0	792.6	8.70	70.00	287.55	79.1	309.4
23	2200.0	783.3	9.20	74.00	287.15	76.7	309.9
24	2300.0	774.1	8.00	79.00	286.45	77.4	310.2
25	2400.0	764.9	8.40	77.00	285.85	66.1	310.3
26	2500.0	755.9	8.50	74.00	285.25	79.2	310.9
27	2600.0	746.9	7.80	76.00	284.45	78.7	311.1
28	2700.0	738.0	7.60	73.00	283.95	75.0	311.5
29	2800.0	729.3	7.40	83.00	283.45	76.0	312.0
30	2900.0	720.6	7.10	78.00	283.05	77.7	312.6
31	3000.0	712.0	7.30	74.00	282.75	78.7	313.4
32	3100.0	703.4	7.00	72.00	282.25	77.7	313.9
33	3200.0	695.0	7.20	68.00	281.85	77.8	314.5
34	3300.0	686.7	7.30	68.00	281.85	71.4	315.5
35	3400.0	678.4	7.00	64.00	281.45	73.0	316.1
36	3500.0	670.3	6.20	68.00	280.75	70.6	316.3
37	3600.0	662.2	7.20	70.00	280.25	72.9	316.9
38	3700.0	654.2	7.90	67.00	280.05	68.0	317.7
39	3800.0	646.3	7.40	65.00	279.65	64.6	318.3
40	3900.0	638.5	6.80	60.00	279.05	59.2	318.6
41	4000.0	630.7	6.30	55.00	278.75	53.9	319.3

.....
 :: COUCHE LIMITE DE SURFACE ::

I ALTIT. PRESSION VITES. TEMP. T. POT.

	(m)	(mb)	(m/s)	(K)	(K)
1	12.0	1009.0	2.00	299.45	298.7
2	91.1	1000.0	4.62	299.61	299.6
3	304.8	976.2	7.12	298.01	300.1
CLS	136.0	1000.0	4.62	299.02	299.5

 ** DLCARN : DONNEES CARNEAU 1 **

-Debit nominal du deluge carneau (kg/s): 0.0000000E+00
 -Debut fermeture deluge carneau (s) : 2.000000
 -Fin fermeture deluge carneau (s) : 12.00000
 -Debit nominal du deluge table (kg/s): 0.0000000E+00
 -Debut fermeture deluge table (s) : 0.0000000E+00
 -Fin fermeture deluge table (s) : 0.0000000E+00
 -Fraction de l eau table -> carneau : 0.3000000
 -Debit nominal entree effluents (kg/s): 1630.000
 -Duree debit nominal.....(s): 1.000000
 -Liberation carneau.....(s): 21.00000

 ** DLCARN : BILAN CARNEAU 1 **

-Masse eau carneau initiale (kg) : 0.0000000E+00
 -Masse eau carneau deversee totale(kg) : 0.0000000E+00
 -Masse eau table deversee totale (kg) : 0.0000000E+00
 -Masse init+table+carneau (kg) : 0.0000000E+00
 -Masse gaz entree carneau (kg) : 17930.00
 -Energie entree carneau (J) : 1.0642530E+10
 -Total masse d'eau evapore.....(kg): 0.0000000E+00
 -Total masse sortie de carneau...(kg): 17844.34
 -Debit masse sortie de carneau.(kg/s): 845.5054
 -Energie specifique.....(Cal/g): 157.3155

 ** DLCARN : DONNEES CARNEAU 2 **

-Debit nominal du deluge carneau (kg/s): 0.0000000E+00
 -Debut fermeture deluge carneau (s) : 2.000000
 -Fin fermeture deluge carneau (s) : 12.00000
 -Debit nominal du deluge table (kg/s): 0.0000000E+00
 -Debut fermeture deluge table (s) : 0.0000000E+00
 -Fin fermeture deluge table (s) : 0.0000000E+00
 -Fraction de l eau table -> carneau : 0.3000000
 -Debit nominal entree effluents (kg/s): 1630.000
 -Duree debit nominal.....(s): 0.0000000E+00
 -Liberation carneau.....(s): 0.0000000E+00

 ** DLCARN : BILAN CARNEAU 2 **

-Masse eau carneau initiale (kg) : 0.0000000E+00
 -Masse eau carneau deversee totale(kg) : 0.0000000E+00
 -Masse eau table deversee totale (kg) : 0.0000000E+00
 -Masse init+table+carneau (kg) : 0.0000000E+00
 -Masse gaz entree carneau (kg) : 0.0000000E+00
 -Energie entree carneau (J) : 0.0000000E+00
 -Total masse d'eau evapore.....(kg): 0.0000000E+00
 -Total masse sortie de carneau...(kg): 0.0000000E+00
 -Debit masse sortie de carneau.(kg/s): 0.0000000E+00
 -Energie specifique.....(Cal/g): 0.0000000E+00

.....
 :: CARACTERISTIQUES DU LANCEUR ::

TIR REUSSI
 MONTEE DU NUAGE : MODELE INSTANTANE
 TYPE DE LANCEUR.....: Voir entete
 DEBIT MASSIQUE.....: 0.163E+07 g/s
 MASSE TOTALE.....: 0.320E+09 g
 ENERGIE THERMIQUE DE COMBUSTION...: 142.854 cal/g
 (avec prise en compte des deluges, si activés)
 COEFF. TRAJECTOIRE..A.....: 0.903



Réf. : CSG-RP-SSX-14379-CNES
 Ed/Rév : 01/00 Classe : GP
 Date : 04/06/2012
 Page : 57/120

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ
 ST-A VOL S02 DU 16 DECEMBRE 2011 A 23H03

COEFF. TRAJECTOIRE..B.....: 0.459
 COEFF. TRAJECTOIRE..C.....: 0.000 s
 FRACTION MASSIQUE HCL.....: 0.00000 kg/kg
 FRACTION MASSIQUE CO2.....: 0.27000 kg/kg
 FRACTION MASSIQUE CO.....: 0.27000 kg/kg
 FRACTION MASSIQUE NOX.....: 0.00000 kg/kg
 FRACTION MASSIQUE Al2O3.....: 0.01000 kg/kg

 :: DIMENSION DU NUAGE STABILISE ::

 NB DE COUCHES METEO.. 40
 HAUTEUR DE STABIL.m. 440.8
 I TEMPS X Cent. Azim C. LARG. PROF. Q SX0 SY0 VIT.
 DIR SIGA SIGE DDIR
 (s) (m) (deg) (m) (kg) (m) (m) (m/s) (deg)
 (deg) (deg) (deg)
 2 57.3 2028. 279.50 105.95 105.95 368.0 49.28 49.28 5.80
 99.50 4.98 4.98 1.00
 3 124.0 2372. 281.69 207.80 207.80 3404.9 96.65 96.65 6.95
 102.00 4.98 4.98 4.00
 4 239.6 2453. 283.09 267.12 267.12 5669.7 124.24 124.24
 7.30 104.00 4.98 4.98 0.00
 5 356.5 2509. 282.66 281.99 281.99 7759.0 131.16 131.16
 8.20 101.00 4.98 4.98 -6.00
 6 356.5 3244. 277.50 260.17 260.17 7602.0 121.01 121.01
 9.10 97.50 4.98 4.98 -1.00
 7 356.5 3190. 277.00 199.95 199.95 4849.6 93.00 93.00 8.95
 97.00 4.98 4.98 0.00
 8 356.5 3030. 275.50 199.95 199.95 1998.3 93.00 93.00 8.50
 95.50 4.98 4.98 -3.00
 9 356.5 3048. 275.50 199.95 199.95 1758.3 93.00 93.00 8.55
 95.50 4.98 4.98 3.00
 10 356.5 2923. 277.00 199.95 199.95 1655.4 93.00 93.00 8.20
 97.00 4.98 4.98 0.00
 11 356.5 2834. 273.50 199.95 199.95 1568.1 93.00 93.00 7.95
 93.50 4.98 4.98 -7.00
 12 356.5 2870. 270.00 199.95 199.95 1492.7 93.00 93.00 8.05
 90.00 2.30 2.30 0.00
 13 356.5 2941. 267.00 199.95 199.95 1426.8 93.00 93.00 8.25
 87.00 1.00 1.00 -6.00
 14 356.5 3119. 262.50 199.95 199.95 1368.5 93.00 93.00 8.75
 82.50 1.00 1.00 -3.00
 15 356.5 3048. 260.00 199.95 199.95 1316.6 93.00 93.00 8.55
 80.00 1.00 1.00 -2.00
 16 356.5 2959. 258.00 199.95 199.95 1269.9 93.00 93.00 8.30
 78.00 1.00 1.00 -2.00
 17 356.5 3083. 254.00 199.95 199.95 1227.7 93.00 93.00 8.65
 74.00 1.00 1.00 -6.00
 18 356.5 2905. 252.50 199.95 199.95 1189.2 93.00 93.00 8.15
 72.50 1.00 1.00 3.00
 19 356.5 2567. 253.50 199.95 199.95 1154.0 93.00 93.00 7.20
 73.50 1.00 1.00 -1.00
 20 356.5 2620. 252.50 199.95 199.95 1121.6 93.00 93.00 7.35
 72.50 1.00 1.00 -1.00
 21 356.5 2923. 251.00 199.95 199.95 1091.6 93.00 93.00 8.20
 71.00 1.00 1.00 -2.00
 22 356.5 3190. 252.00 199.95 199.95 1063.8 93.00 93.00 8.95
 72.00 1.00 1.00 4.00
 23 356.5 3066. 256.50 199.95 199.95 1038.0 93.00 93.00 8.60
 76.50 1.00 1.00 5.00
 24 356.5 2923. 258.00 199.95 199.95 1013.8 93.00 93.00 8.20
 78.00 1.00 1.00 -2.00
 25 356.5 3012. 255.50 199.95 199.95 991.2 93.00 93.00 8.45
 75.50 1.00 1.00 -3.00
 26 356.5 2905. 255.00 199.95 199.95 970.0 93.00 93.00 8.15
 75.00 1.00 1.00 2.00
 27 356.5 2745. 254.50 199.95 199.95 950.0 93.00 93.00 7.70
 74.50 1.00 1.00 -3.00
 28 356.5 2673. 258.00 199.95 199.95 931.2 93.00 93.00 7.50
 78.00 1.00 1.00 10.00
 29 356.5 2584. 260.50 199.95 199.95 913.3 93.00 93.00 7.25
 80.50 1.00 1.00 -5.00
 30 356.5 2567. 256.00 199.95 199.95 896.5 93.00 93.00 7.20
 76.00 1.00 1.00 -4.00
 31 356.5 2549. 253.00 199.95 199.95 880.4 93.00 93.00 7.15
 73.00 1.00 1.00 -2.00
 32 356.5 2531. 250.00 199.95 199.95 865.2 93.00 93.00 7.10
 70.00 1.00 1.00 -4.00
 33 356.5 2584. 248.00 199.95 199.95 850.7 93.00 93.00 7.25
 68.00 1.00 1.00 0.00

34 356.5 2549. 246.00 199.95 199.95 836.9 93.00 93.00 7.15
 66.00 1.00 1.00 -4.00
 35 356.5 2353. 246.00 199.95 199.95 823.6 93.00 93.00 6.60
 66.00 1.00 1.00 4.00
 36 356.5 2388. 249.00 199.95 199.95 811.0 93.00 93.00 6.70
 69.00 1.00 1.00 2.00
 37 356.5 2691. 248.50 199.95 199.95 798.9 93.00 93.00 7.55
 68.50 1.00 1.00 -3.00
 38 356.5 2727. 246.00 199.95 199.95 787.3 93.00 93.00 7.65
 66.00 1.00 1.00 -2.00
 39 356.5 2531. 242.50 199.95 199.95 776.2 93.00 93.00 7.10
 62.50 1.00 1.00 -5.00
 40 356.5 2335. 237.50 199.95 199.95 765.5 93.00 93.00 6.55
 57.50 1.00 1.00 -5.00

 :: CARACTERISTIQUES DU CALCUL ::

 FORME DU NUAGE (Circulaire ou ellip.)...: 2
 PRISE EN COMPTE DE LA GRAVITE: OUI
 MODE DE CALCUL DES SIGMA INITIAUX.....: 0
 TAUX D'ENTRAINEMENT EN X.....: 0.640
 TAUX D'ENTRAINEMENT EN Y.....: 0.640
 TAUX D'ENTRAINEMENT EN Z.....: 0.640
 NOMBRE DE COUCHES DE CALCUL.....: 2
 COUCHE IND.BASE IND.TOP ALT.BASE ALT.TOP VIT. DIRECT.
 SIG.AZI SIG.ELEV
 (meteo) (meteo) (m) (m) (m/s) (deg) (deg) (deg)
 1 1 11 0.0 1100.0 7.536 98.364 4.984 4.984
 2 12 40 1100.0 4000.0 7.733 73.569 2.296 2.296
 Masse effluent sous la hauteur de stabilisation
 i.e. Masse contaminant le champs proche 2.4803524E+07
 Descriptif des bouffees au nombre de : 12
 Xorigi Yorigi Zorigi Xfinal Yfinal Zfinal SigHfin SigVfin Masse
 m m m m m m m m g
 0.0 0.0 0.0 -1195.3 200.0 50.0 0.0 16.0 0.0E+00
 0.0 0.0 0.0 -2000.2 334.7 150.0 49.3 48.0 0.3E+06
 0.0 0.0 0.0 -2322.6 480.6 250.0 96.7 80.0 0.2E+07
 0.0 0.0 0.0 -2388.8 555.3 350.0 124.2 112.0 0.4E+07
 0.0 0.0 0.0 -2448.4 550.1 450.0 131.2 144.0 0.6E+07
 0.0 0.0 0.0 -3216.0 423.4 550.0 121.0 176.0 0.5E+07
 0.0 0.0 280.3 -1195.3 200.0 50.0 0.0 16.0 0.0E+00
 0.0 0.0 280.3 -2000.2 334.7 150.0 49.3 48.0 0.6E+04
 0.0 0.0 280.3 -2322.6 480.6 250.0 96.7 80.0 0.6E+05
 0.0 0.0 280.3 -2388.8 555.3 350.0 124.2 112.0 0.9E+05
 0.0 0.0 280.3 -2448.4 550.1 450.0 131.2 144.0 0.1E+06
 0.0 0.0 280.3 -3216.0 423.4 550.0 121.0 176.0 0.1E+06

 :: VALEURS MAXIMALES DANS LE CHAMP PROCHE ::

 Note methodologique:
 Les valeurs sont calculees a partir de la grille
 Le maximum a une disance fixe est determine a partir
 d'une interpolation bilineaire dans la maille
 les resultats suivants doivent etre exploites en complement
 des cartes et peuvent etre sensibles au maillage cible

 :: POLLUTION PAR PIC_HCL EN ppm ::

 POINT DISTANCE AZIMUT VALEUR
 (km) (deg) (unit)
 1 0.20 282.00 0.00
 2 0.40 282.00 0.00
 3 0.60 282.00 0.00
 4 0.80 282.00 0.00
 5 1.00 282.00 0.00
 6 1.20 282.00 0.00
 7 1.40 282.00 0.00
 8 1.60 282.00 0.00
 9 1.80 282.00 0.00
 10 2.00 282.00 0.00

 :: POLLUTION PAR CHCL_10m EN ppm ::

 POINT DISTANCE AZIMUT VALEUR
 (km) (deg) (unit)
 1 0.20 282.00 0.00
 2 0.40 282.00 0.00
 3 0.60 282.00 0.00
 4 0.80 282.00 0.00
 5 1.00 282.00 0.00

6	1.20	282.00	0.00
7	1.40	282.00	0.00
8	1.60	282.00	0.00
9	1.80	282.00	0.00
10	2.00	282.00	0.00

.....
 :: POLLUTION PAR DOSE_HCL EN ppm*s ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	282.00	0.00
2	0.40	282.00	0.00
3	0.60	282.00	0.00
4	0.80	282.00	0.00
5	1.00	282.00	0.00
6	1.20	282.00	0.00
7	1.40	282.00	0.00
8	1.60	282.00	0.00
9	1.80	282.00	0.00
10	2.00	282.00	0.00

.....
 :: POLLUTION PAR PIC_CO2 EN ppm ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	282.00	11047.78
2	0.40	282.00	1246.00
3	0.60	282.00	298.86
4	0.80	282.00	99.17
5	1.00	282.00	44.93
6	1.20	282.00	21.34
7	1.40	282.00	11.60
8	1.60	282.00	6.46
9	1.80	282.00	4.06
10	2.00	282.00	2.61

.....
 :: POLLUTION PAR CCO2_10m EN ppm ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	280.00	112.22
2	0.40	280.00	10.41
3	0.60	280.00	2.26
4	0.80	280.00	0.73
5	1.00	280.00	0.30
6	1.20	280.00	0.14
7	1.40	280.00	0.07
8	1.60	280.00	0.04
9	1.80	280.00	0.02
10	2.00	280.00	0.02

.....
 :: POLLUTION PAR DOSE_CO2 EN ppm*s ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	280.00	67333.98
2	0.40	280.00	6245.44
3	0.60	280.00	1357.21
4	0.80	280.00	438.88
5	1.00	280.00	178.22
6	1.20	280.00	83.58
7	1.40	280.00	43.52
8	1.60	280.00	24.42
9	1.80	280.00	14.55
10	2.00	280.00	9.10

.....
 :: POLLUTION PAR PIC_CO EN ppm ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	282.00	17358.54
2	0.40	282.00	1957.74
3	0.60	282.00	469.57
4	0.80	282.00	155.82
5	1.00	282.00	70.60
6	1.20	282.00	33.52
7	1.40	282.00	18.22
8	1.60	282.00	10.15
9	1.80	282.00	6.38

10	2.00	282.00	4.10
----	------	--------	------

.....
 :: POLLUTION PAR CCO_10mn EN ppm ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	280.00	176.33
2	0.40	280.00	16.35
3	0.60	280.00	3.55
4	0.80	280.00	1.15
5	1.00	280.00	0.47
6	1.20	280.00	0.22
7	1.40	280.00	0.11
8	1.60	280.00	0.06
9	1.80	280.00	0.04
10	2.00	280.00	0.02

.....
 :: POLLUTION PAR DOSE_CO EN ppm*s ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	280.00	105796.80
2	0.40	280.00	9812.98
3	0.60	280.00	2132.48
4	0.80	280.00	689.58
5	1.00	280.00	280.02
6	1.20	280.00	131.32
7	1.40	280.00	68.37
8	1.60	280.00	38.37
9	1.80	280.00	22.86
10	2.00	280.00	14.29

.....
 :: POLLUTION PAR PIC_NOx EN ppm ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	282.00	0.00
2	0.40	282.00	0.00
3	0.60	282.00	0.00
4	0.80	282.00	0.00
5	1.00	282.00	0.00
6	1.20	282.00	0.00
7	1.40	282.00	0.00
8	1.60	282.00	0.00
9	1.80	282.00	0.00
10	2.00	282.00	0.00

.....
 :: POLLUTION PAR CNOx10mn EN ppm ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	282.00	0.00
2	0.40	282.00	0.00
3	0.60	282.00	0.00
4	0.80	282.00	0.00
5	1.00	282.00	0.00
6	1.20	282.00	0.00
7	1.40	282.00	0.00
8	1.60	282.00	0.00
9	1.80	282.00	0.00
10	2.00	282.00	0.00

.....
 :: POLLUTION PAR DOSE_NOx EN ppm*s ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	282.00	0.00
2	0.40	282.00	0.00
3	0.60	282.00	0.00
4	0.80	282.00	0.00
5	1.00	282.00	0.00
6	1.20	282.00	0.00
7	1.40	282.00	0.00
8	1.60	282.00	0.00
9	1.80	282.00	0.00
10	2.00	282.00	0.00

.....
 :: POLLUTION PAR PIC_Al2O EN mg/m3 ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	282.00	0.00
2	0.40	282.00	0.00
3	0.60	282.00	0.00
4	0.80	282.00	0.00
5	1.00	282.00	0.00
6	1.20	282.00	0.00
7	1.40	282.00	0.00
8	1.60	282.00	0.00
9	1.80	282.00	0.00
10	2.00	282.00	0.00



Réf. : CSG-RP-SSX-14379-CNES
 Ed/Rév : 01/00 Classe : GP
 Date : 04/06/2012
 Page : 59/120

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ
 ST-A VOL S02 DU 16 DECEMBRE 2011 A 23H03

	(km)	(deg)	(unit)
1	0.20	282.00	730.30
2	0.40	282.00	82.37
3	0.60	282.00	19.76
4	0.80	282.00	6.56
5	1.00	282.00	2.97
6	1.20	282.00	1.41
7	1.40	282.00	0.77
8	1.60	282.00	0.43
9	1.80	282.00	0.27
10	2.00	282.00	0.17

:: POLLUTION PAR CAI2O3_1 EN mg/m3 ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	280.00	7.42
2	0.40	280.00	0.69
3	0.60	280.00	0.15
4	0.80	280.00	0.05
5	1.00	280.00	0.02
6	1.20	280.00	0.01
7	1.40	280.00	0.00
8	1.60	280.00	0.00
9	1.80	280.00	0.00
10	2.00	280.00	0.00

:: POLLUTION PAR DOSE_AI2 EN mg*s/m3 ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	280.00	4451.05
2	0.40	280.00	412.85
3	0.60	280.00	89.72
4	0.80	280.00	29.01
5	1.00	280.00	11.78
6	1.20	280.00	5.52
7	1.40	280.00	2.88
8	1.60	280.00	1.61
9	1.80	280.00	0.96
10	2.00	280.00	0.60

:: POLLUTION PAR DEPOT_AI EN mg/m2 ::

POINT	DISTANCE (km)	AZIMUT (deg)	VALEUR (unit)
1	0.20	280.00	479.82
2	0.40	280.00	44.51
3	0.60	280.00	9.67
4	0.80	280.00	3.13
5	1.00	280.00	1.27
6	1.20	280.00	0.60
7	1.40	280.00	0.31
8	1.60	280.00	0.17
9	1.80	280.00	0.10
10	2.00	280.00	0.06

: VALEURS SITES TABLEAU 1/ 3:

```

=====
HCl_pic ! HCl10mn ! HCl_Dos ! Arr_HCl ! Dep_HCl ! pH_pluie ! Pluie_AI !
CO2_pic ! CO210mn ! CO2_Dos ! Arr_CO2 ! Dep_CO2 !
! ppm ! ppm ! ppm*s ! mn ! mn ! pH ! mg/m2 !
ppm ! ppm ! ppm*s ! mn ! mn !
=====
! ZLS ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
! 0.43E+08 ! 0.43E+07 ! 0.26E+10 ! NEANT ! 0.00 !
! ZL3 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 !
! Diane ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 !
! Agami ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 !
! Colibri ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 !
! PR_104 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 14.97 ! 37.18 ! 0.00 ! 0.36 !
0.20 ! 0.03 ! 17.19 ! 14.97 ! 37.18 !
! Pt_Chang ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 14.77 ! 36.59 ! 0.00 ! 0.16 !
0.12 ! 0.02 ! 10.60 ! 14.77 ! 36.59 !
=====

```

```

! PR_085 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 3.18 ! 9.32 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 3.18 ! 9.32 !
! Sinnamar ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 24.95 ! 66.30 ! 0.00 ! <0.01 !
<0.01 ! <0.01 ! <0.01 ! 24.95 ! 66.30 !
! PR_091 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 11.96 ! 28.47 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 11.96 ! 28.47 !
! PR_097 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 11.75 ! 27.98 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 11.75 ! 27.98 !
=====

```

: VALEURS SITES TABLEAU 2/ 3:

```

=====
CO_pic ! CO10mn ! CO_Dos ! Arr_CO ! Dep_CO ! AL2O3_pi
! AL2O310m ! AL2O3_Do ! Arr_AL2O ! Dep_AL2O ! Dpot_AL2 ! NOx_pic !
! ppm ! ppm ! ppm*s ! mn ! mn ! mg/m3 ! mg/m3 !
mg/m3*s ! mn ! mn ! mg/m2 ! ppm !
=====
! ZLS ! 0.67E+08 ! 0.67E+07 ! 0.40E+10 ! NEANT ! 0.00 ! 0.28E+07
! 0.28E+06 ! 0.17E+09 ! NEANT ! 0.18E+08 ! 0.00 ! 0.00 !
! ZL3 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
! Diane ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
! Agami ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
! Colibri ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! NEANT ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 !
! PR_104 ! 0.32 ! 0.05 ! 27.01 ! 14.97 ! 37.18 ! 0.01 ! <0.01 !
0.75 ! 17.83 ! 38.07 ! 0.56 ! 0.00 !
! Pt_Chang ! 0.19 ! 0.03 ! 16.65 ! 14.77 ! 36.59 ! 0.03 ! <0.01 !
3.28 ! 17.77 ! 36.80 ! 1.40 ! 0.00 !
! PR_085 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 3.18 ! 9.32 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! 2.92 ! 21.95 ! 1.40 ! 0.00 !
! Sinnamar ! <0.01 ! <0.01 ! <0.01 ! 24.95 ! 66.30 ! <0.01 ! <0.01 !
<0.01 ! 30.82 ! 67.02 ! <0.01 ! 0.00 !
! PR_091 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 11.96 ! 28.47 ! 0.00 ! 0.00 !
0.00 ! 12.26 ! 37.43 ! <0.01 ! 0.00 !
! PR_097 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! 11.75 ! 27.98 ! <0.01 ! <0.01 !
<0.01 ! 12.92 ! 33.52 ! <0.01 ! 0.00 !
=====

```

: VALEURS SITES TABLEAU 3/ 3:

```

=====
NOx10mn ! NOx_Dos ! Arr_NOx !
Dep_NOx !
ppm ! ppm*s ! mn ! mn !
=====
! ZLS ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT !
! ZL3 ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT !
! 0.00 !
! Diane ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT !
! 0.00 !
! Agami ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT !
! 0.00 !
! Colibri ! 0.00 ! 0.00 ! 0.00 ! NEANT !
! 0.00 !
! PR_104 ! 0.00 ! 0.00 ! 14.97 !
! 37.18 !
! Pt_Changement ! 0.00 ! 0.00 !
14.77 ! 36.59 !
! PR_085 ! 0.00 ! 0.00 ! 3.18 !
! 9.32 !
! Sinnamar ! 0.00 ! 0.00 ! 24.95 !
! 66.30 !
! PR_091 ! 0.00 ! 0.00 ! 11.96 !
! 28.47 !
! PR_097 ! 0.00 ! 0.00 ! 11.75 !
! 27.98 !
=====

```

:: POLLUTION PAR HCL ::

POINT	DISTANCE (m)	AZIMUT (deg)	PIC (ppm)	"DOSE" (ppm*s)	CMAX (ppm)	10' T (mn)	ARRIV (mn)	T (mn)
23	2200.37	279.41	0.000	0.000	0.000	1.1	5.1	
24	2300.35	279.37	0.000	0.000	0.000	1.4	5.6	

.....
:: POLLUTION DES EAUX DE PLUIE ::
.....
** COUCHE DE CALCUL : SOL -> Z=1100.0 m
** INTENSITE DE PLUIE : 7.62 mm/h ou 0.30 in/h

POINT	DISTANCE (m)	AZIMUT (DEGRE)	ph (neutre=7)
2	1000.0	282.75	7.00
3	2000.0	274.55	7.00
4	3000.0	279.50	-1.83
5	4000.0	280.92	-2.51
6	5000.0	281.42	-2.63
7	6000.0	280.73	-2.61
8	7000.0	280.29	-2.56
9	8000.0	280.15	-2.47
10	9000.0	280.35	-2.36
11	10000.0	280.27	-2.26
12	11000.0	280.21	-2.17
13	12000.0	280.16	-2.10
14	13000.0	280.45	-2.03
15	14000.0	280.42	-1.97
16	15000.0	280.39	-1.91
17	16000.0	280.37	-1.85
18	17000.0	280.35	-1.79
19	18000.0	280.68	-1.74
20	19000.0	280.67	-1.68
21	20000.0	280.66	-1.63
22	2100.0	278.36	7.00
23	2200.0	278.36	7.00
24	2300.0	278.36	7.00
25	2402.9	281.17	7.00
26	2505.0	281.98	7.00
27	2605.5	282.09	7.00
28	2705.1	281.89	7.00
29	2804.8	281.71	7.00
30	2905.0	281.74	7.00
31	3004.4	281.45	7.00
32	3101.7	276.45	7.00
33	3200.9	277.00	7.00
34	3300.7	277.16	7.00
35	3400.6	277.25	7.00
36	3500.5	277.41	7.00
37	3600.5	277.46	7.00
38	3700.4	277.54	7.00
39	3800.4	277.49	7.00
40	3900.3	277.65	7.00
41	4000.3	277.64	7.00
42	4100.3	277.66	7.00
43	4200.3	277.70	7.00
44	4300.2	277.75	7.00
45	4400.2	277.83	7.00
46	4500.1	277.91	7.00
47	4600.1	278.01	7.00
48	4700.2	277.90	7.00
49	4800.1	278.03	7.00
50	4900.1	277.93	7.00
51	5000.1	278.07	7.00
52	5100.1	277.99	7.00
53	5200.0	278.15	7.00
54	5300.1	278.07	7.00
55	5400.1	278.00	7.00
56	5500.0	278.18	7.00
57	5600.1	278.12	7.00
58	5700.1	278.05	7.00
59	5800.0	278.26	7.00
60	5900.0	278.20	7.00
61	6000.0	278.15	7.00
62	6100.1	278.09	7.00
63	6200.0	278.32	7.00
64	6300.0	278.27	7.00
65	6400.0	278.22	7.00
66	6500.0	278.18	7.00
67	6600.1	278.14	7.00
68	6700.0	278.38	7.00
69	6800.0	278.34	7.00
70	6900.0	278.31	7.00
71	7000.0	278.27	7.00
72	7100.0	278.24	7.00
73	7200.0	278.20	7.00

74	7300.0	278.47	7.00
75	7400.0	278.44	7.00
76	7500.0	278.41	7.00
77	7600.0	278.38	7.00
78	7700.0	278.35	7.00
79	7800.0	278.32	7.00
80	7900.0	278.30	7.00
81	8000.0	278.27	7.00
82	8100.0	278.24	7.00
83	8200.0	278.22	7.00
84	8300.0	278.51	7.00
85	8400.0	278.49	7.00
86	8500.0	278.46	7.00
87	8600.0	278.44	7.00
88	8700.0	278.42	7.00
89	8800.0	278.40	7.00
90	8900.0	278.38	7.00
91	9000.0	278.36	7.00
92	9100.0	278.34	7.00
93	9200.0	278.33	7.00
94	9300.0	278.31	7.00
95	9400.0	278.29	7.00
96	9500.0	278.27	7.00
97	9600.0	278.26	7.00
98	9700.0	278.24	7.00
99	9800.1	278.55	7.00
100	9900.0	278.54	7.00
101	10000.0	278.52	7.00
102	10100.0	278.51	7.00
103	10200.0	278.50	7.00
104	10300.0	278.48	7.00
105	10400.0	278.47	7.00
106	10500.0	278.46	7.00
107	10600.0	278.44	7.00
108	10700.0	278.43	7.00
109	10800.0	278.42	7.00
110	10900.0	278.40	7.00
111	11000.0	278.39	7.00
112	11100.0	278.38	7.00
113	11200.0	278.37	7.00
114	11300.0	278.36	7.00
115	11400.0	278.35	7.00
116	11500.0	278.34	7.00
117	11600.0	278.32	7.00
118	11700.0	278.31	7.00
119	11800.0	278.30	7.00
120	11900.0	278.29	7.00
121	12000.0	278.28	7.00
122	12100.0	278.27	7.00
123	12200.0	278.26	7.00
124	12300.0	278.25	7.00
125	12400.1	278.59	7.00
126	12500.1	278.59	7.00
127	12600.1	278.58	7.00
128	12700.1	278.57	7.00
129	12800.1	278.56	7.00
130	12900.1	278.55	7.00
131	13000.1	278.54	7.00
132	13100.1	278.54	7.00
133	13200.1	278.53	7.00
134	13300.1	278.52	7.00
135	13400.0	278.51	7.00
136	13500.0	278.51	7.00
137	13600.0	278.50	7.00
138	13700.0	278.49	7.00
139	13800.0	278.48	7.00
140	13900.0	278.48	7.00
141	14000.0	278.47	7.00
142	14100.0	278.46	7.00
143	14200.0	278.46	7.00
144	14300.0	278.45	7.00
145	14400.0	278.44	7.00
146	14500.0	278.44	7.00
147	14600.0	278.43	7.00
148	14700.0	278.42	7.00
149	14800.0	278.42	7.00
150	14900.0	278.41	7.00
151	15000.0	278.41	7.00
152	15100.0	278.40	7.00
153	15200.0	278.39	7.00



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CSG-RP-SSX-14379-CNES

Ed/Rév : 01/00 Classe : GP

Date : 04/06/2012

Page : 70/120

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ
ST-A VOL S02 DU 16 DECEMBRE 2011 A 23H03

154	15300.0	278.39	7.00
155	15400.0	278.38	7.00
156	15500.0	278.38	7.00
157	15600.0	278.37	7.00
158	15700.0	278.37	7.00
159	15800.0	278.36	7.00
160	15900.0	278.36	7.00
161	16000.0	278.35	7.00
162	16100.0	278.34	7.00
163	16200.0	278.34	7.00
164	16300.0	278.33	7.00
165	16400.0	278.33	7.00
166	16500.0	278.32	7.00
167	16600.0	278.32	7.00
168	16700.0	278.31	7.00
169	16800.0	278.31	7.00
170	16900.0	278.31	7.00
171	17000.0	278.30	7.00
172	17100.0	278.30	7.00
173	17200.0	278.29	7.00
174	17300.0	278.29	7.00
175	17400.0	278.28	7.00
176	17500.0	278.28	7.00
177	17600.0	278.27	7.00
178	17700.0	278.27	7.00
179	17800.0	278.26	7.00
180	17900.0	278.26	7.00
181	18000.0	278.26	7.00
182	18100.0	278.25	7.00
183	18200.0	278.25	7.00
184	18300.0	278.24	7.00
185	18400.2	278.62	7.00
186	18500.2	278.61	7.00
187	18600.2	278.61	7.00
188	18700.2	278.61	7.00
189	18800.2	278.60	7.00
190	18900.2	278.60	7.00
191	19000.2	278.59	7.00
192	19100.2	278.59	7.00
193	19200.1	278.59	7.00
194	19300.1	278.58	7.00
195	19400.1	278.58	7.00
196	19500.1	278.58	7.00
197	19600.1	278.57	7.00
198	19700.1	278.57	7.00
199	19800.1	278.57	7.00
200	19900.1	278.56	7.00
201	20000.1	278.56	7.00
202	20100.1	278.56	7.00
203	20200.1	278.56	7.00
204	20300.1	278.55	7.00
205	20400.1	278.55	7.00
206	20500.1	278.55	7.00
207	20600.1	278.54	7.00
208	20700.1	278.54	7.00
209	20800.1	278.54	7.00
210	20900.1	278.53	7.00
211	21000.1	278.53	7.00
212	21100.1	278.53	7.00
213	21200.1	278.53	7.00
214	21300.1	278.52	7.00
215	21400.1	278.52	7.00
216	21500.1	278.52	7.00
217	21600.1	278.52	7.00
218	21700.1	278.51	7.00
219	21800.1	278.51	7.00
220	21900.1	278.51	7.00
221	22000.1	278.50	7.00
222	22100.1	278.50	7.00
223	22200.1	278.50	7.00
224	22300.1	278.50	7.00
225	22400.1	278.49	7.00
226	22500.1	278.49	7.00
227	22600.1	278.49	7.00
228	22700.1	278.49	7.00
229	22800.1	278.48	7.00
230	22900.0	278.48	7.00
231	23000.0	278.48	7.00
232	23100.0	278.48	7.00
233	23200.0	278.48	7.00

234	23300.0	278.47	7.00
235	23400.0	278.47	7.00
236	23500.0	278.47	7.00
237	23600.0	278.47	7.00
238	23700.0	278.46	7.00
239	23800.0	278.46	7.00
240	23900.0	278.46	7.00
241	24000.0	278.46	7.00
242	24100.0	278.45	7.00
243	24200.0	278.45	7.00
244	24300.0	278.45	7.00
245	24400.0	278.45	7.00
246	24500.0	278.45	7.00
247	24600.0	278.44	7.00
248	24700.0	278.44	7.00
249	24800.0	278.44	7.00
250	24900.0	278.44	7.00
251	25000.0	278.44	7.00
252	25100.0	278.43	7.00
253	25200.0	278.43	7.00
254	25300.0	278.43	7.00
255	25400.0	278.43	7.00
256	25500.0	278.43	7.00
257	25600.0	278.42	7.00
258	25700.0	278.42	7.00
259	25800.0	278.42	7.00
260	25900.0	278.42	7.00
261	26000.0	278.42	7.00
262	26100.0	278.42	7.00
263	26200.0	278.41	7.00
264	26300.0	278.41	7.00
265	26400.0	278.41	7.00
266	26500.0	278.41	7.00
267	26600.0	278.41	7.00
268	26700.0	278.40	7.00
269	26800.0	278.40	7.00
270	26900.0	278.40	7.00
271	27000.0	278.40	7.00
272	27100.0	278.40	7.00
273	27200.0	278.40	7.00
274	27300.0	278.39	7.00
275	27400.0	278.39	7.00
276	27500.0	278.39	7.00
277	27600.0	278.39	7.00
278	27700.0	278.39	7.00
279	27800.0	278.39	7.00
280	27900.0	278.38	7.00
281	28000.0	278.38	7.00
282	28100.0	278.38	7.00
283	28200.0	278.38	7.00
284	28300.0	278.38	7.00
285	28400.0	278.38	7.00
286	28500.0	278.37	7.00
287	28600.0	278.37	7.00
288	28700.0	278.37	7.00
289	28800.0	278.37	7.00
290	28900.0	278.37	7.00
291	29000.0	278.37	7.00
292	29100.0	278.37	7.00
293	29200.0	278.36	7.00
294	29300.0	278.36	7.00
295	29400.0	278.36	7.00
296	29500.0	278.36	7.00
297	29600.0	278.36	7.00
298	29700.0	278.36	7.00
299	29800.0	278.36	7.00
300	29900.0	278.35	7.00

:: CARACTERISATION DES RETOMBES EN ABSENCE DE PLUIE ::

DIA.INIT	DIA.FIN	COUCHE	RAYON	ANGLE	TEMPS
115.mic	78.mic	2	2811.M	279.36deg	220.S HUMIDE
115.mic	78.mic	3	4246.M	280.76deg	447.S HUMIDE
115.mic	79.mic	4	5445.M	282.10deg	719.S SECHE
115.mic	80.mic	5	6664.M	282.30deg	989.S HUMIDE
115.mic	80.mic	6	8755.M	279.71deg	1139.S SECHE
115.mic	81.mic	7	10102.M	279.15deg	1286.S SECHE
115.mic	82.mic	8	11226.M	278.50deg	1434.S HUMIDE

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ
 ST-A VOL S02 DU 16 DECEMBRE 2011 A 23H03

750.mic HUMIDE	577.mic 19	4734.M	261.01deg	636.S	870.mic HUMIDE	748.mic 17	4811.M	260.70deg	581.S
750.mic HUMIDE	567.mic 20	4870.M	260.14deg	649.S	870.mic HUMIDE	738.mic 18	4739.M	259.72deg	594.S
750.mic HUMIDE	553.mic 21	5253.M	258.59deg	661.S	870.mic HUMIDE	728.mic 19	4500.M	260.64deg	607.S
750.mic HUMIDE	542.mic 22	5637.M	258.49deg	674.S	870.mic HUMIDE	719.mic 20	4633.M	259.78deg	619.S
750.mic HUMIDE	535.mic 23	5666.M	260.88deg	688.S	870.mic HUMIDE	708.mic 21	5014.M	258.24deg	631.S
750.mic HUMIDE	527.mic 24	5637.M	261.68deg	701.S	870.mic HUMIDE	699.mic 22	5393.M	258.23deg	643.S
750.mic HUMIDE	518.mic 25	5823.M	260.18deg	713.S	870.mic HUMIDE	693.mic 23	5412.M	260.78deg	656.S
750.mic HUMIDE	515.mic 26	5824.M	259.81deg	726.S	870.mic HUMIDE	687.mic 24	5377.M	261.64deg	669.S
750.mic HUMIDE	515.mic 27	5767.M	259.58deg	740.S	870.mic HUMIDE	679.mic 25	5559.M	260.10deg	681.S
750.mic HUMIDE	515.mic 28	5806.M	261.07deg	753.S	870.mic HUMIDE	672.mic 26	5554.M	259.76deg	693.S
750.mic HUMIDE	516.mic 29	5818.M	262.24deg	766.S	870.mic HUMIDE	668.mic 27	5491.M	259.54deg	705.S
750.mic HUMIDE	516.mic 30	5881.M	260.19deg	779.S	870.mic HUMIDE	662.mic 28	5525.M	261.14deg	718.S
750.mic HUMIDE	517.mic 31	5948.M	258.77deg	793.S	870.mic HUMIDE	657.mic 29	5530.M	262.38deg	730.S
750.mic HUMIDE	517.mic 32	6008.M	257.38deg	807.S	870.mic HUMIDE	652.mic 30	5587.M	260.22deg	742.S
750.mic HUMIDE	518.mic 33	6144.M	256.28deg	821.S	870.mic HUMIDE	647.mic 31	5647.M	258.75deg	755.S
750.mic HUMIDE	518.mic 34	6190.M	255.32deg	834.S	870.mic HUMIDE	643.mic 32	5698.M	257.30deg	767.S
750.mic HUMIDE	518.mic 35	6082.M	255.38deg	847.S	870.mic HUMIDE	638.mic 33	5826.M	256.16deg	780.S
750.mic HUMIDE	519.mic 36	6209.M	256.32deg	860.S	870.mic HUMIDE	633.mic 34	5862.M	255.16deg	791.S
750.mic HUMIDE	519.mic 37	6598.M	255.66deg	874.S	870.mic HUMIDE	627.mic 35	5745.M	255.23deg	803.S
750.mic HUMIDE	519.mic 38	6719.M	254.43deg	887.S	870.mic HUMIDE	622.mic 36	5864.M	256.23deg	815.S
750.mic HUMIDE	520.mic 39	6588.M	253.17deg	899.S	870.mic HUMIDE	616.mic 37	6242.M	255.53deg	826.S
750.mic HUMIDE	520.mic 40	6425.M	251.47deg	911.S	870.mic HUMIDE	611.mic 38	6350.M	254.23deg	837.S
870.mic HUMIDE	863.mic 2	2100.M	279.48deg	72.S	870.mic HUMIDE	604.mic 39	6208.M	252.88deg	848.S
870.mic HUMIDE	855.mic 3	2544.M	281.55deg	154.S	870.mic HUMIDE	602.mic 40	6035.M	251.05deg	858.S
870.mic HUMIDE	848.mic 4	2729.M	282.90deg	284.S	LA PORTEE MAXIMALE DES RETOMBEES SECHES EST DE 39326. M				
870.mic HUMIDE	842.mic 5	2897.M	282.58deg	416.S	LA PORTEE MAXIMALE DES RETOMBEES HUMIDES EST DE 39678. M				
870.mic HUMIDE	838.mic 6	3761.M	277.98deg	430.S	LE NOMBRE DE GOUTTES MAXIMAL COLLECTE PAR UNE GOUTTE EST DE 16067. GOUTTES				
870.mic HUMIDE	833.mic 7	3843.M	277.54deg	445.S	LE PH MAXIMUM ATTEINT PAR UNE GOUTTE RETOMBEE EST DE 0.50				
870.mic HUMIDE	825.mic 8	3806.M	276.35deg	459.S	LE PH MINIMUM ATTEINT PAR UNE GOUTTE RETOMBEE EST DE 0.00				
870.mic HUMIDE	818.mic 9	3943.M	276.26deg	473.S					
870.mic HUMIDE	812.mic 10	3944.M	277.42deg	488.S					
870.mic HUMIDE	803.mic 11	3959.M	274.91deg	501.S					
870.mic HUMIDE	791.mic 12	4100.M	272.30deg	515.S					
870.mic HUMIDE	780.mic 13	4269.M	270.12deg	528.S					
870.mic HUMIDE	773.mic 14	4550.M	266.73deg	542.S					
870.mic HUMIDE	766.mic 15	4590.M	264.96deg	555.S					
870.mic HUMIDE	757.mic 16	4600.M	263.59deg	569.S					



Réf. : CSG-RP-SSX-14379-CNES

Ed/Rév : 01/00 Classe : GP

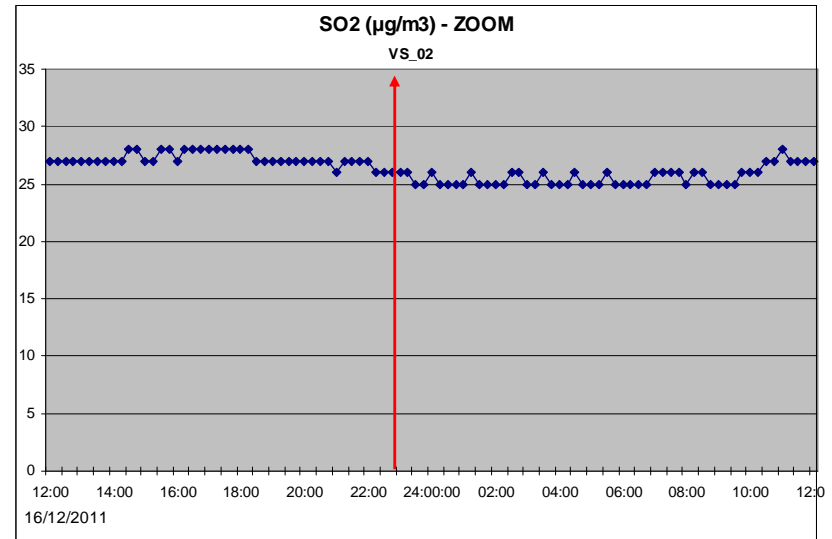
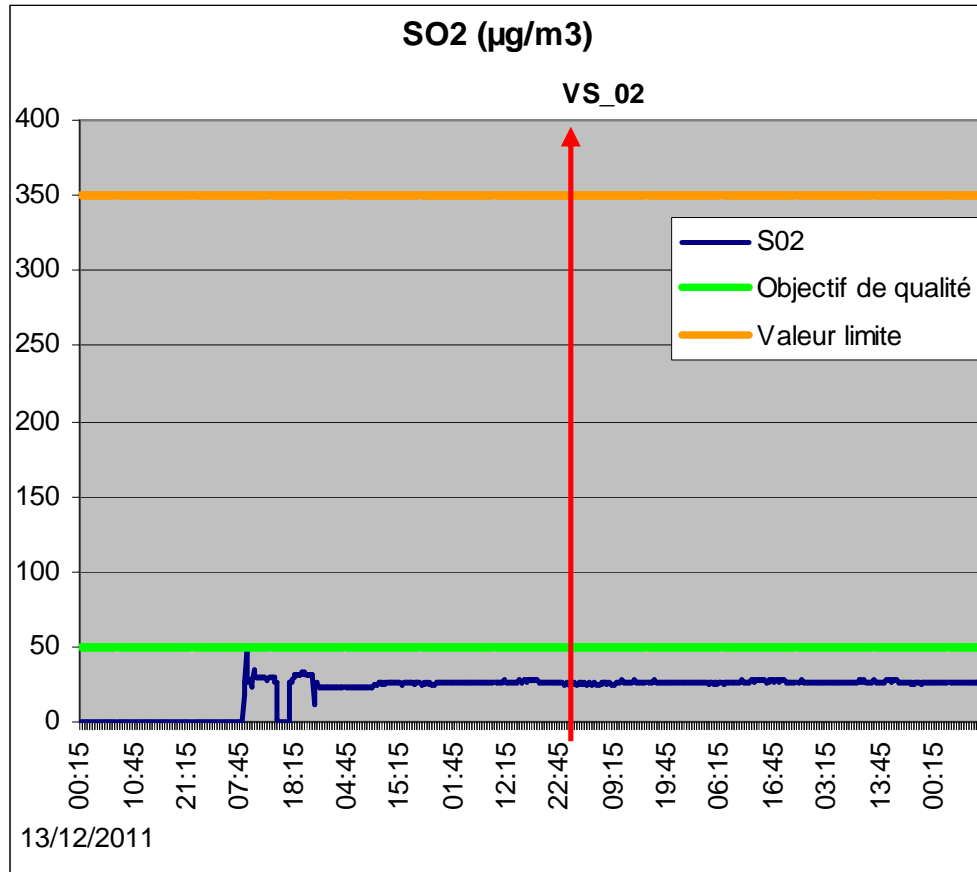
Date : 04/06/2012

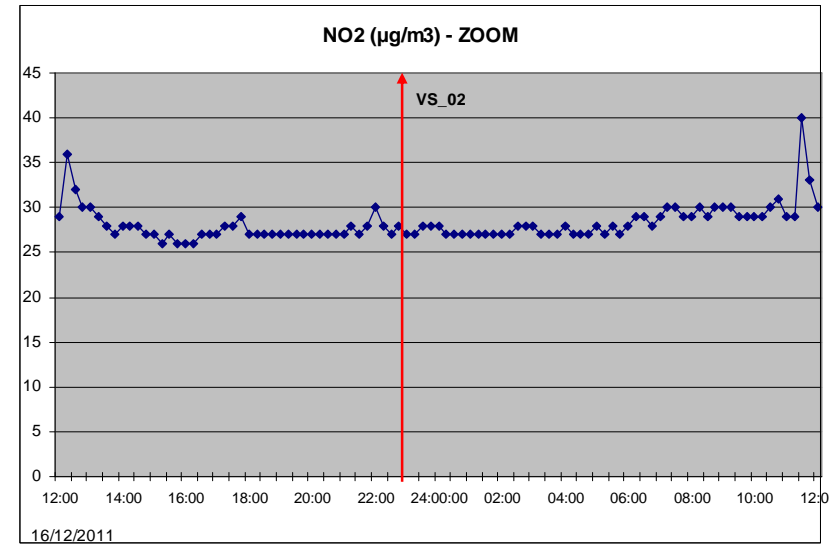
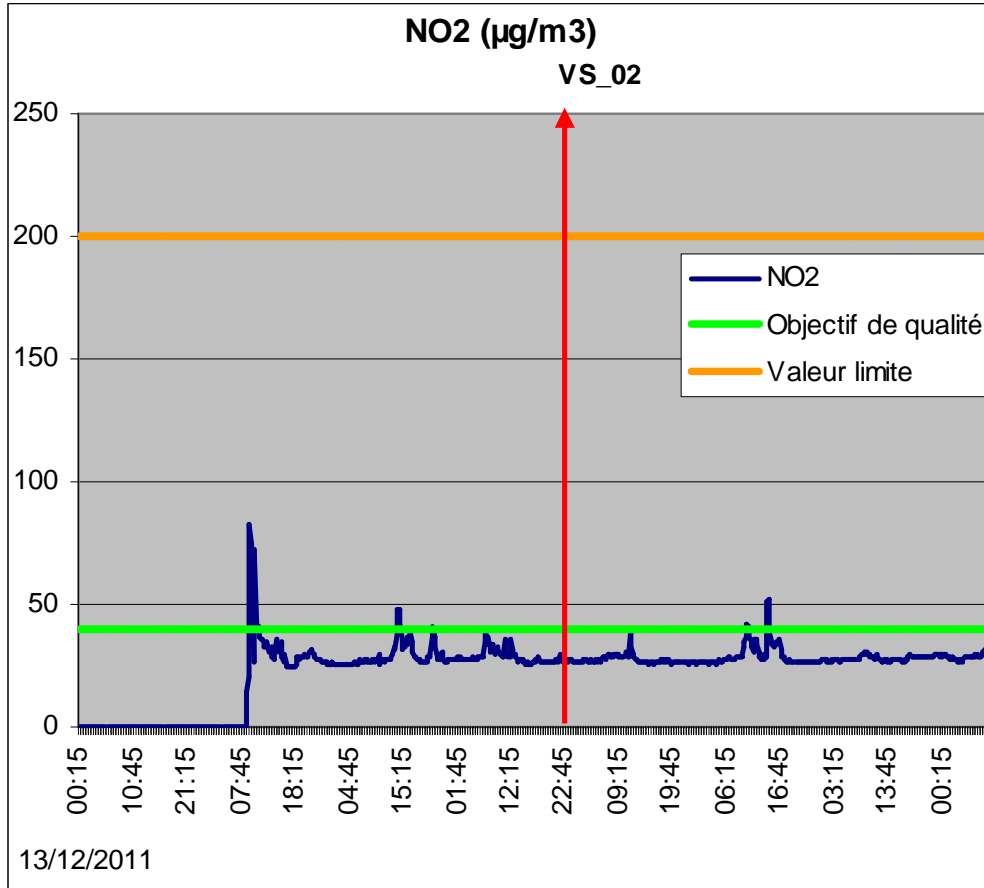
Page : 75/120

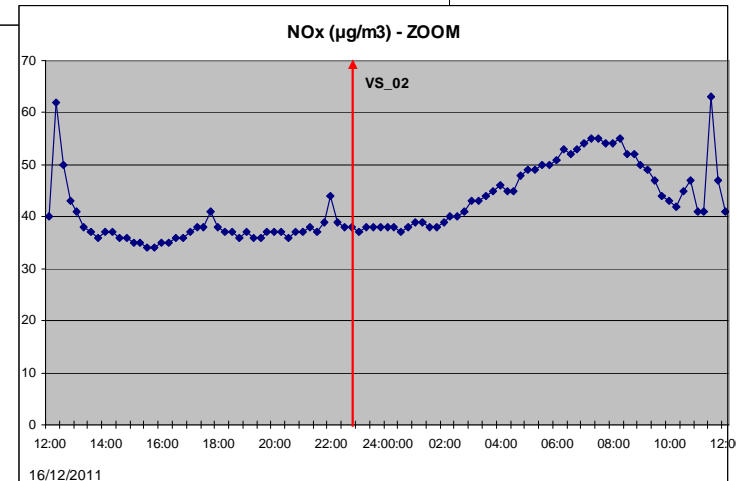
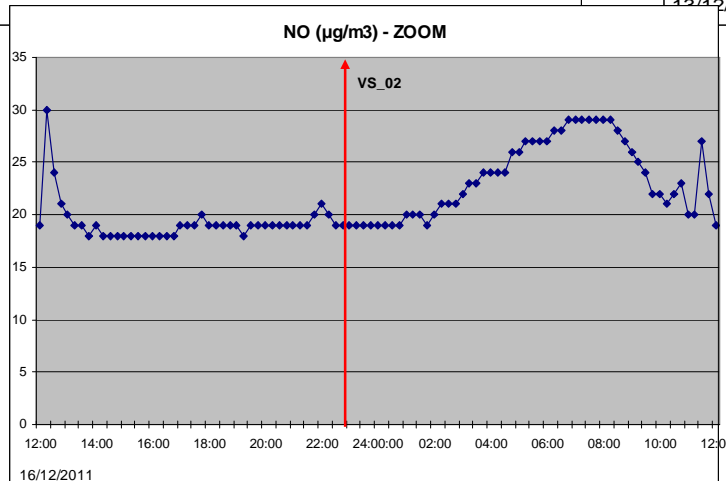
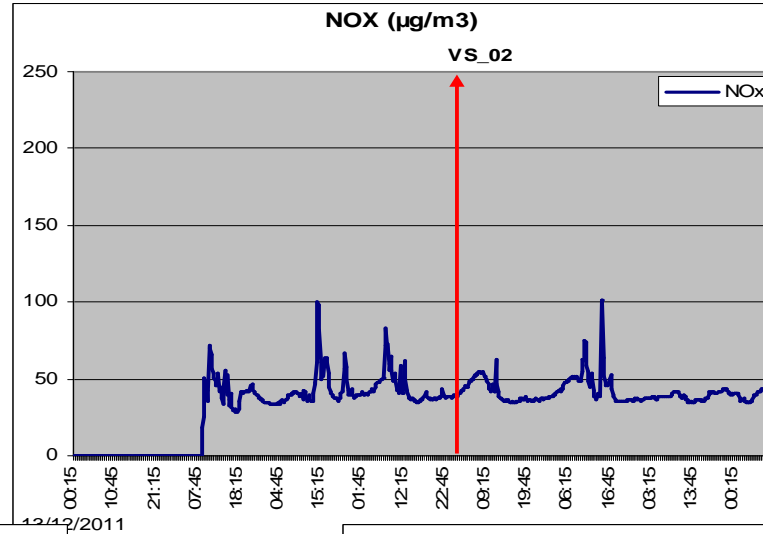
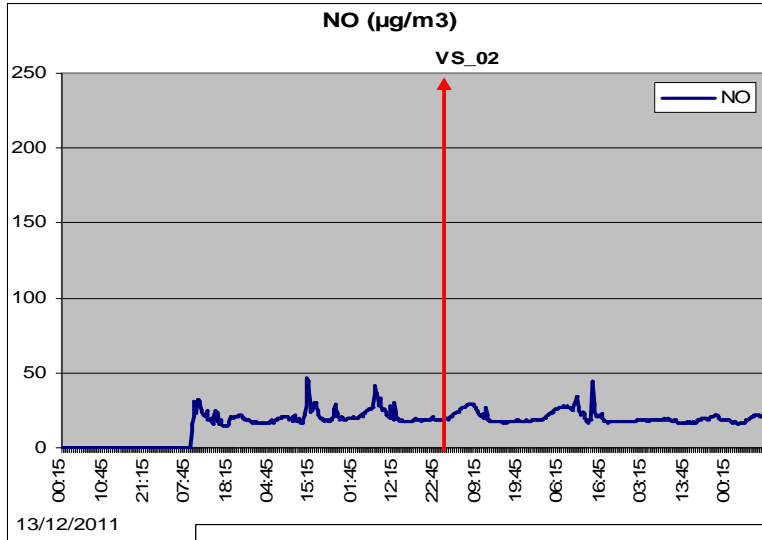
RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT SOYUZ
ST-A VOL S02 DU 16 DECEMBRE 2011 A 23H03

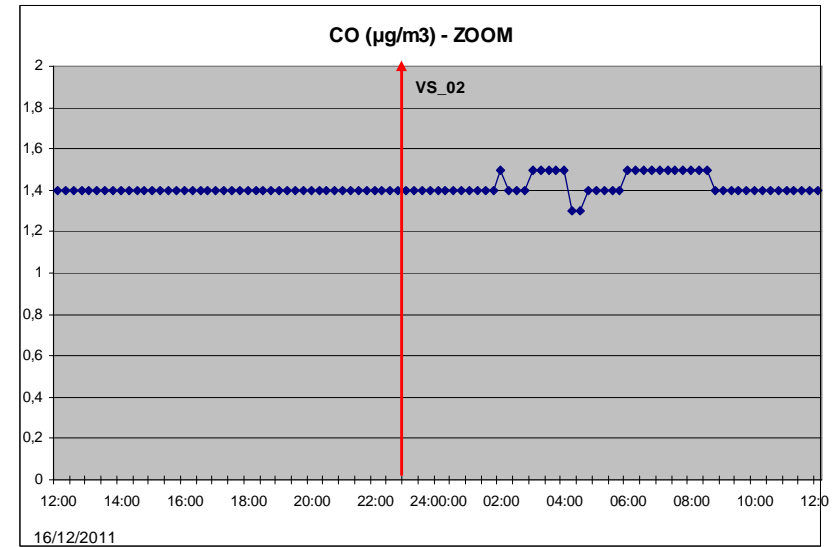
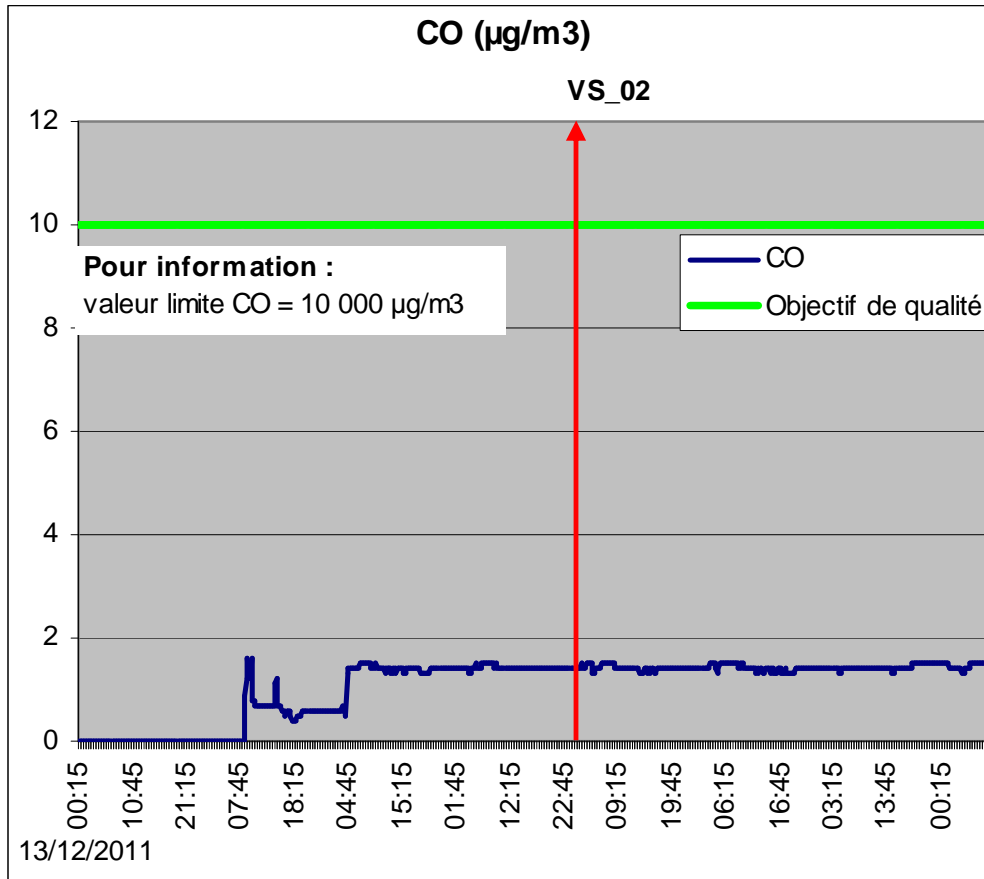
13. ANNEXE 3 – RESULTATS DES MESURES EN CONTINU DES ANALYSEURS ENVIRONNEMENT SA

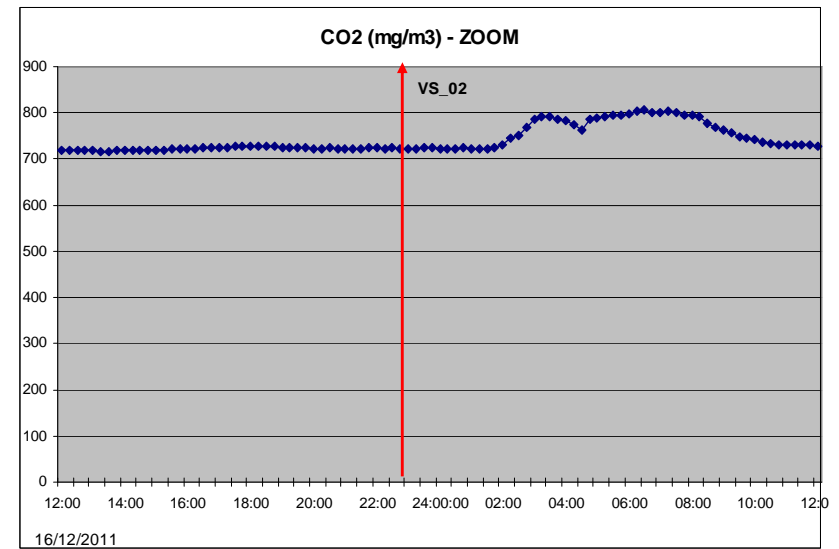
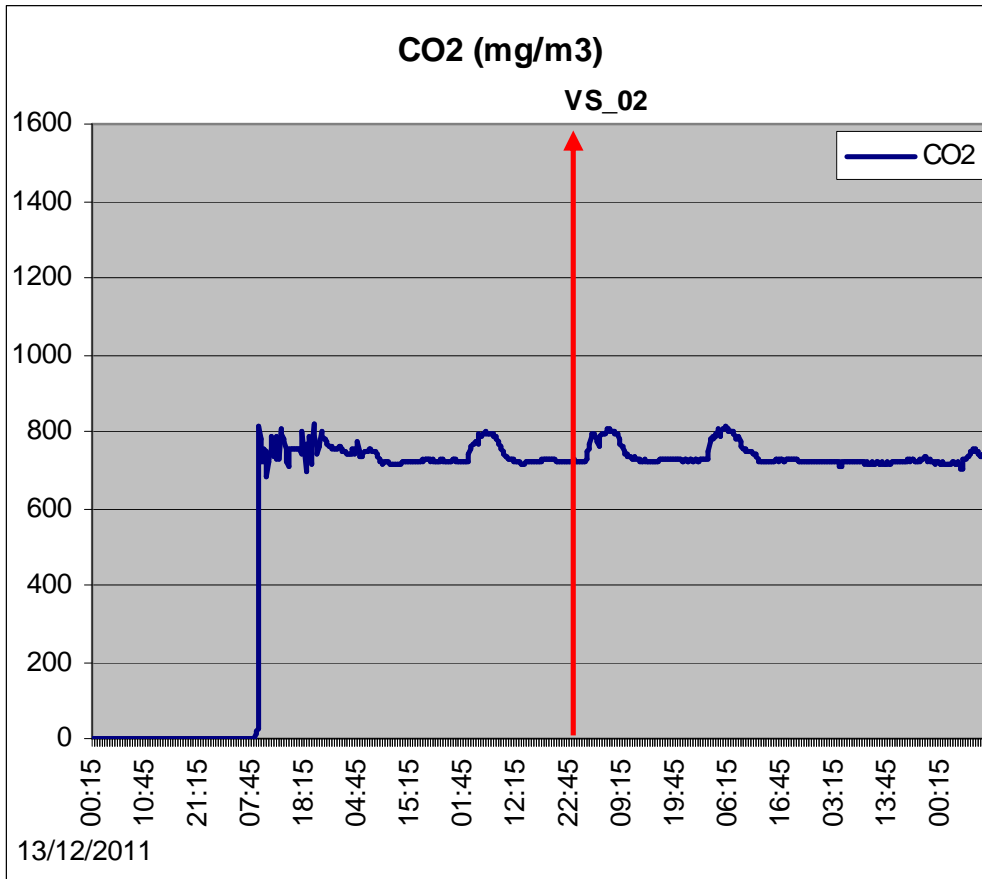
13.1. Shelter 1 : Kourou – Hôtel des Roches

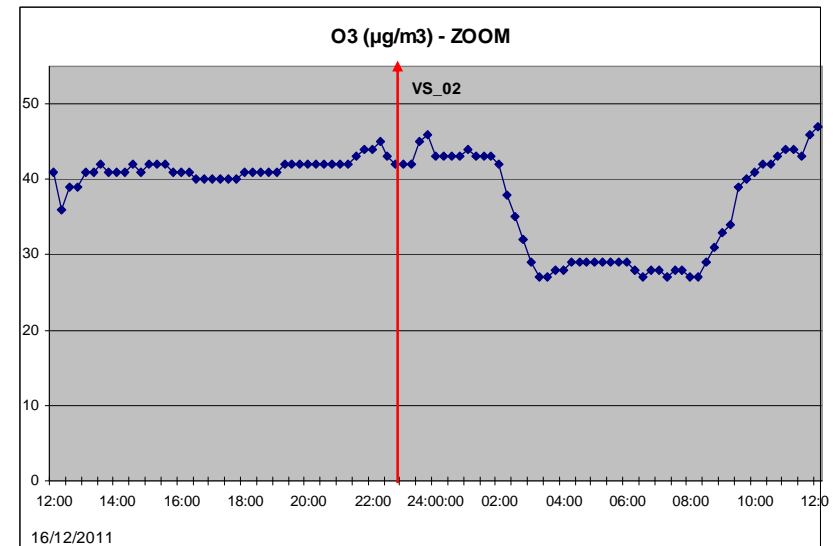
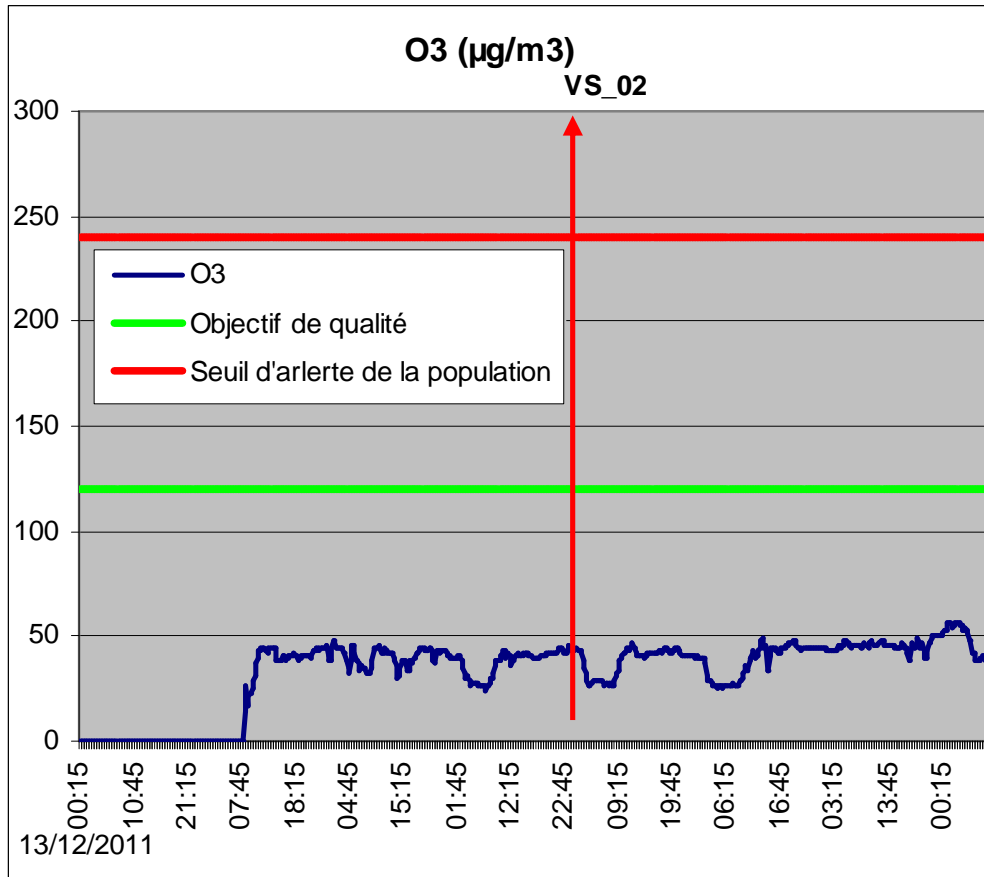


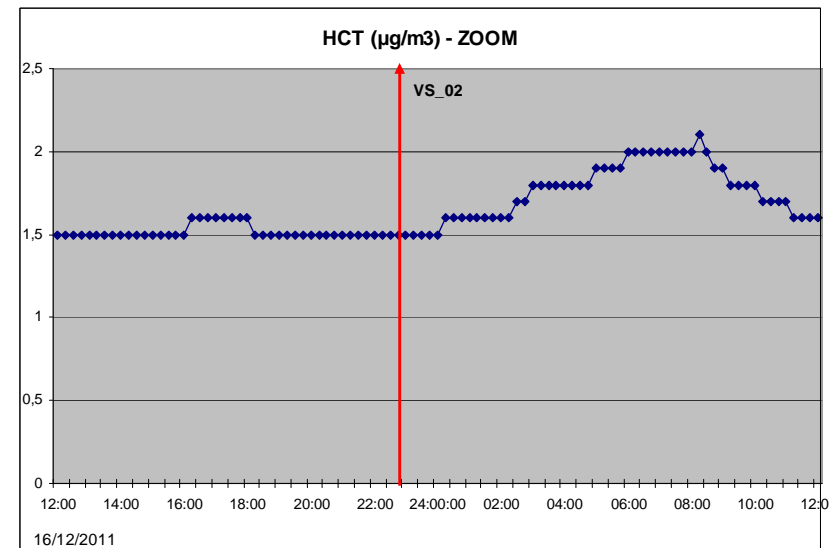
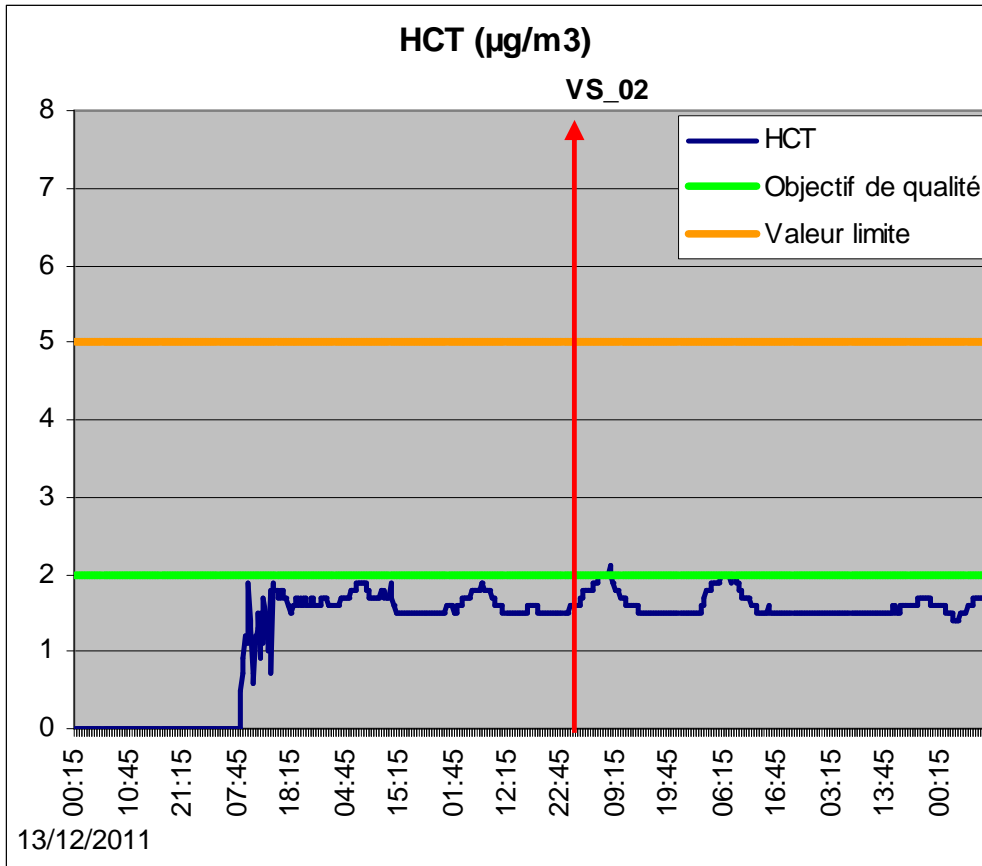


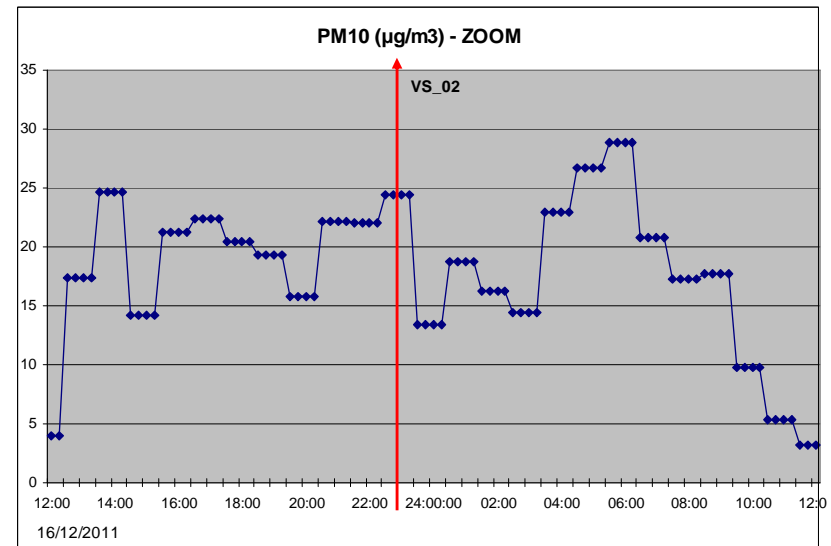
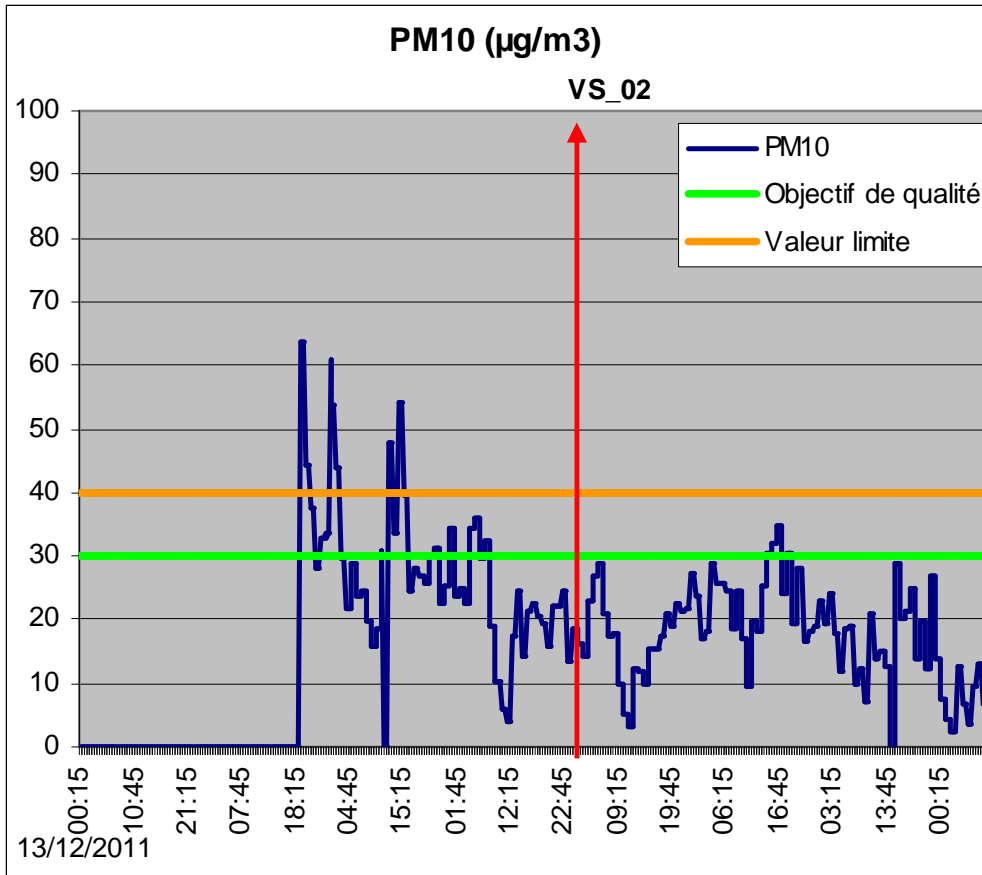






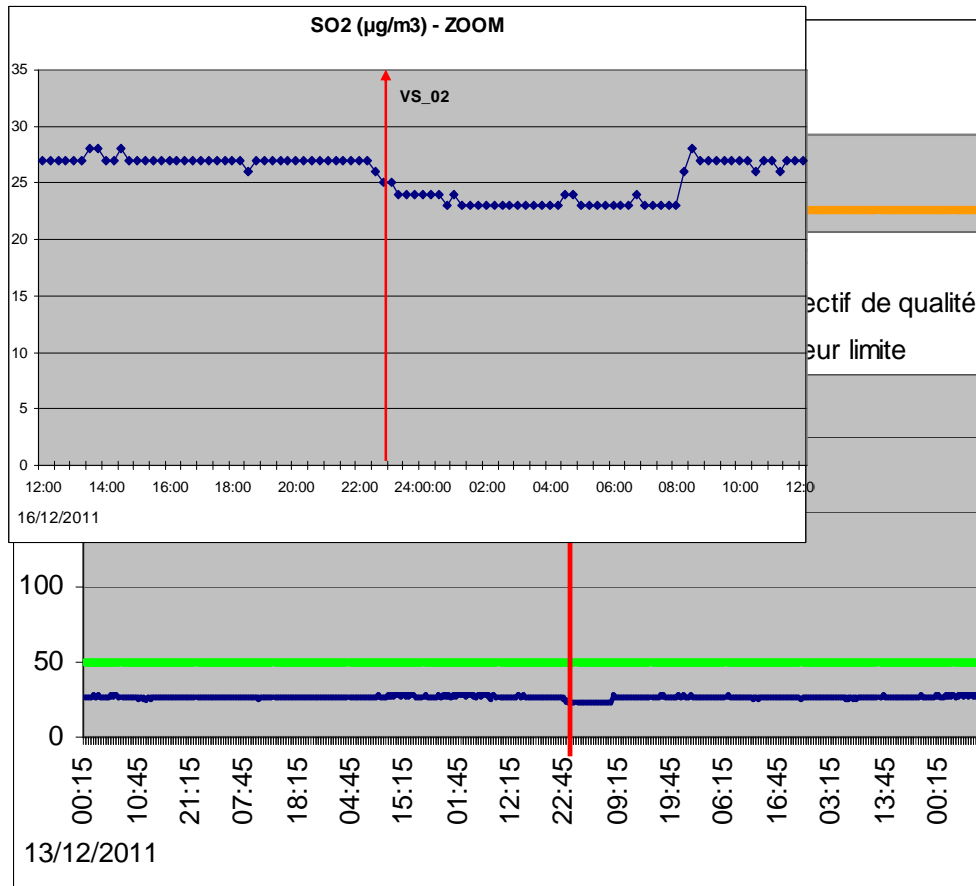


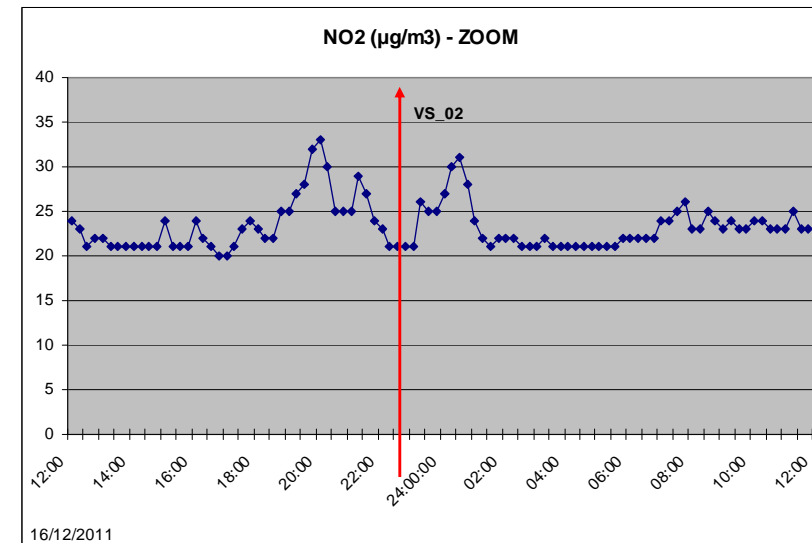
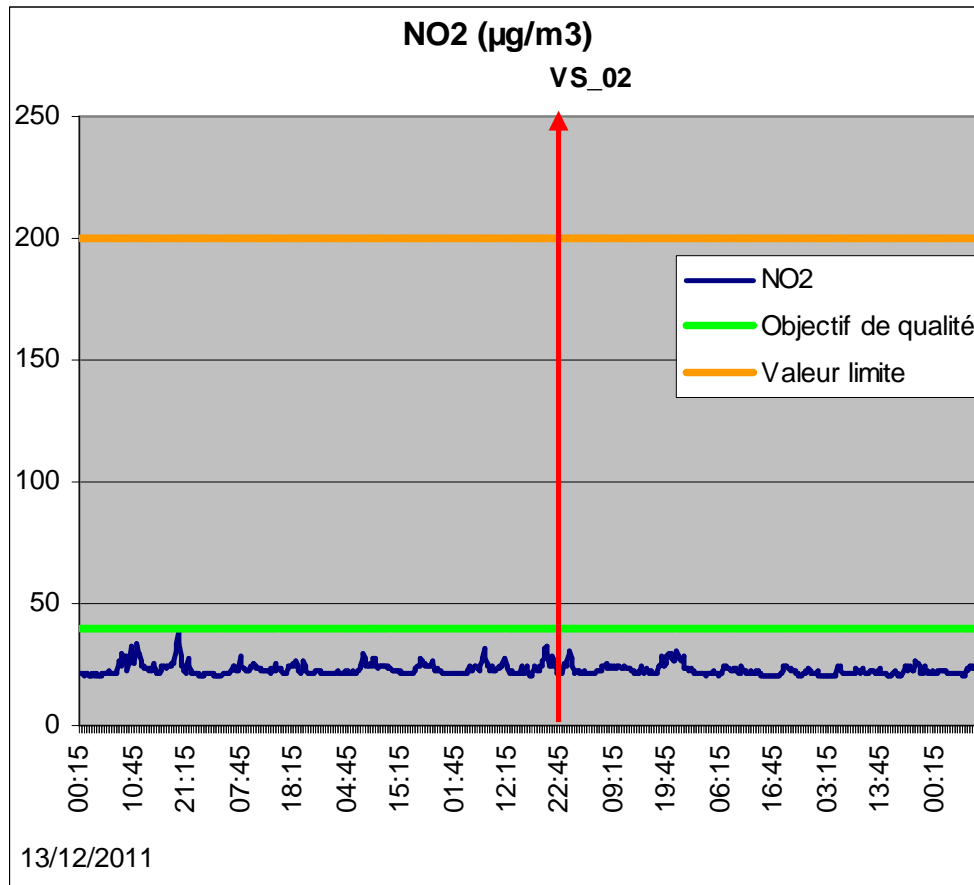


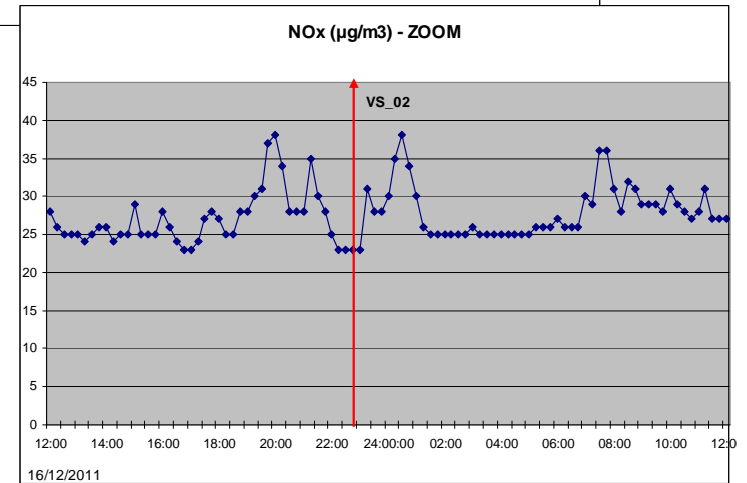
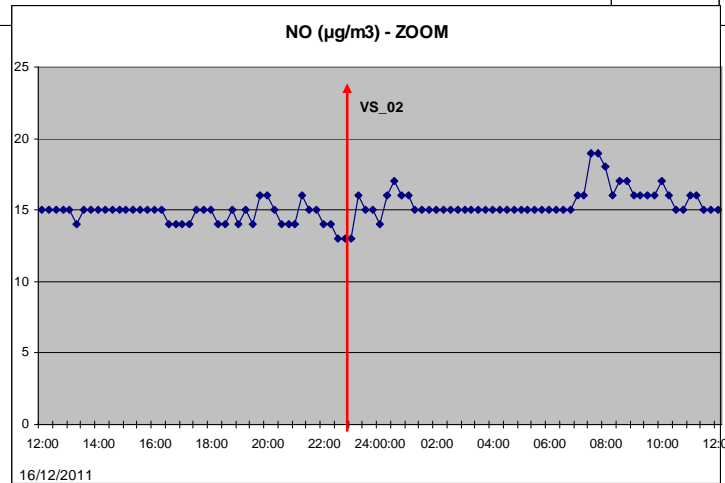
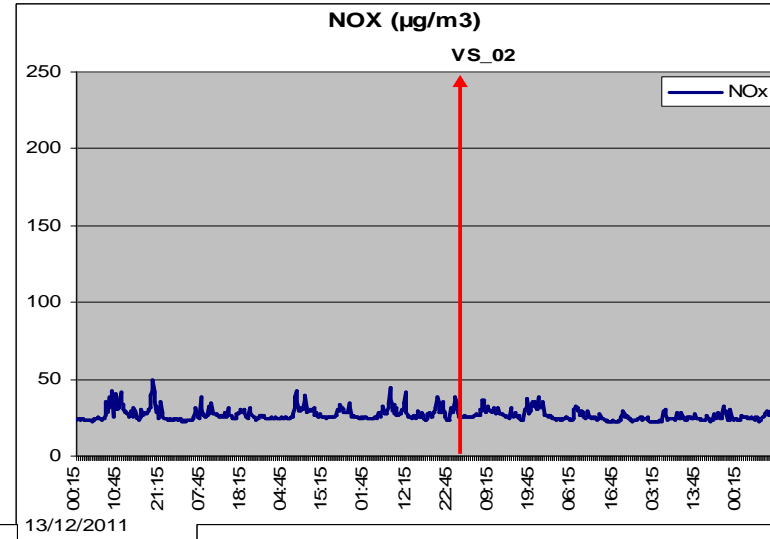
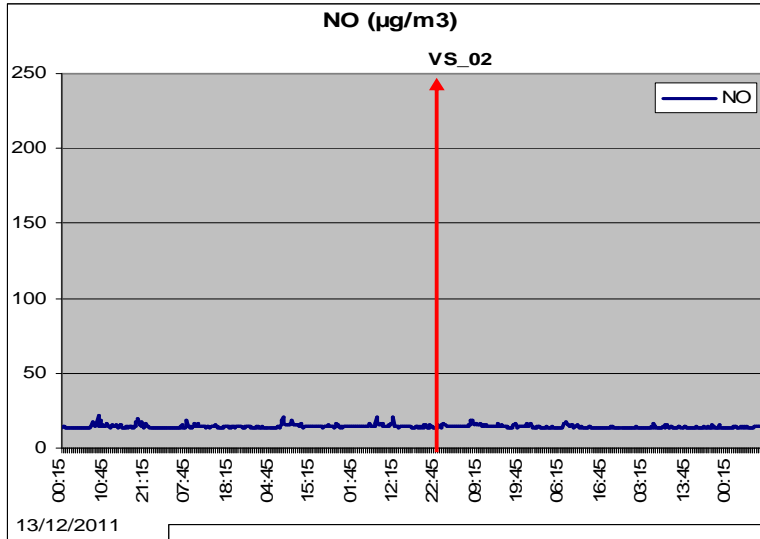


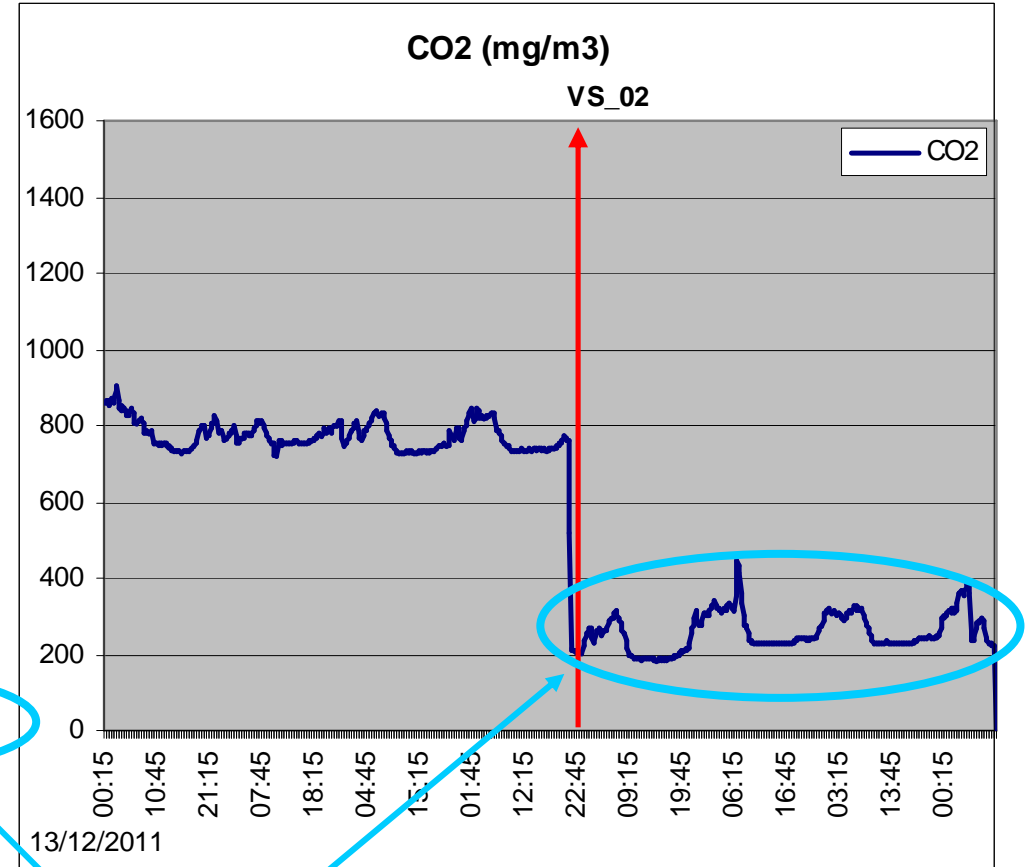
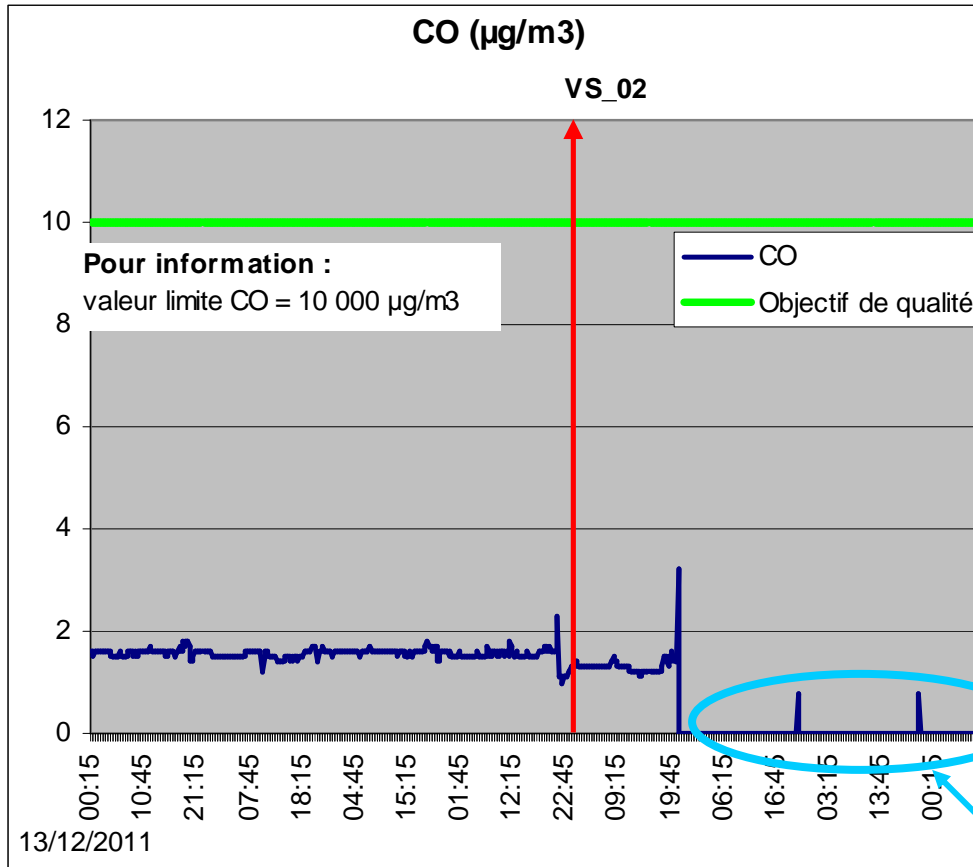
Nota : La quantification des $\text{PM}_{2.5}$ n'a pas été réalisée sur ce site (analyseur Hors Service).

13.2. Shelter 2 : Sinnamary – Gendarmerie

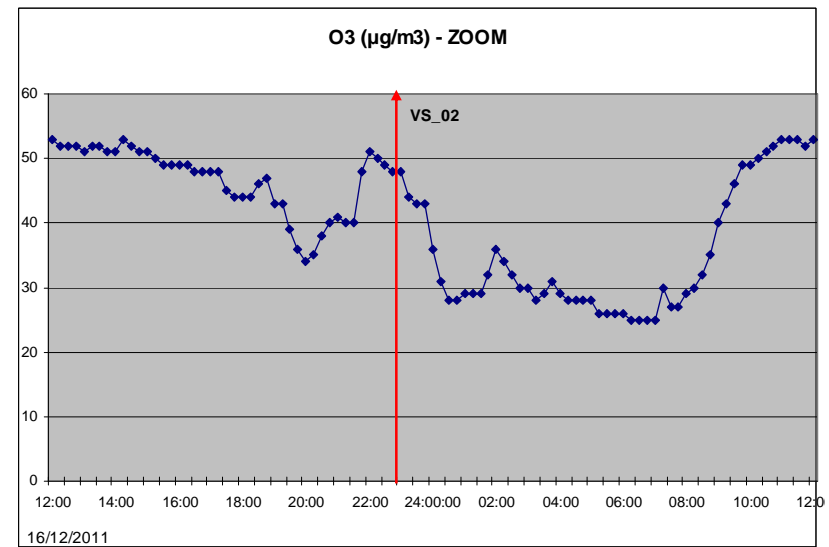
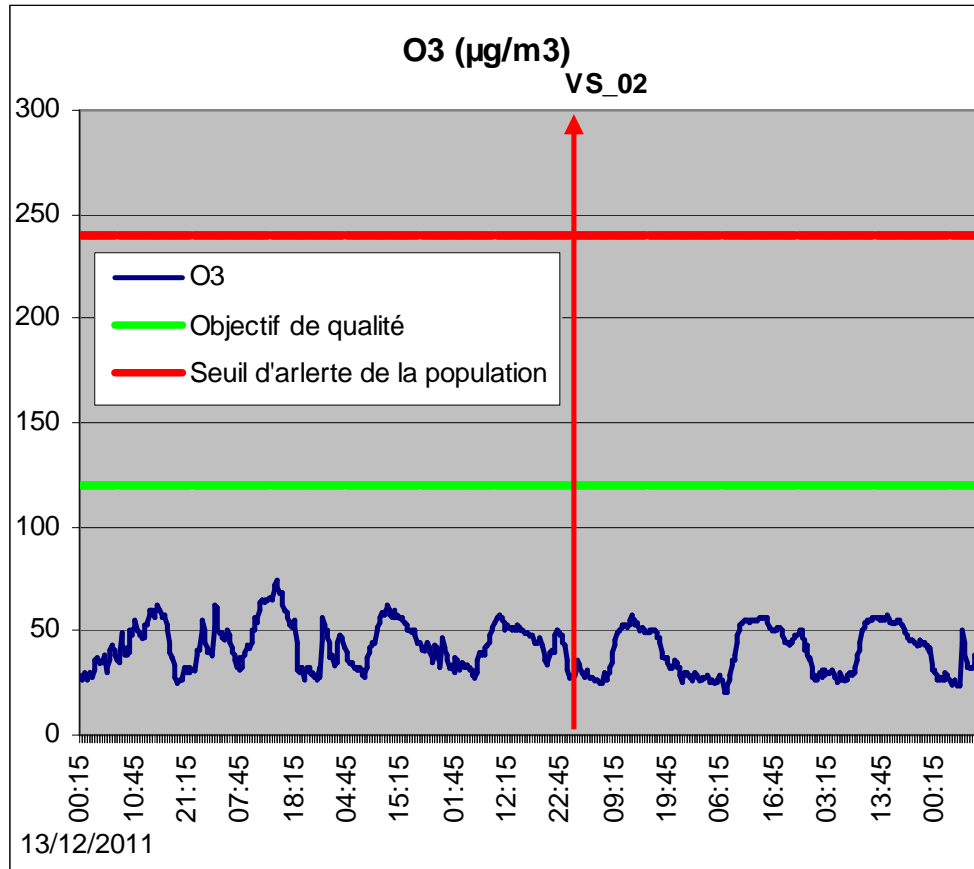


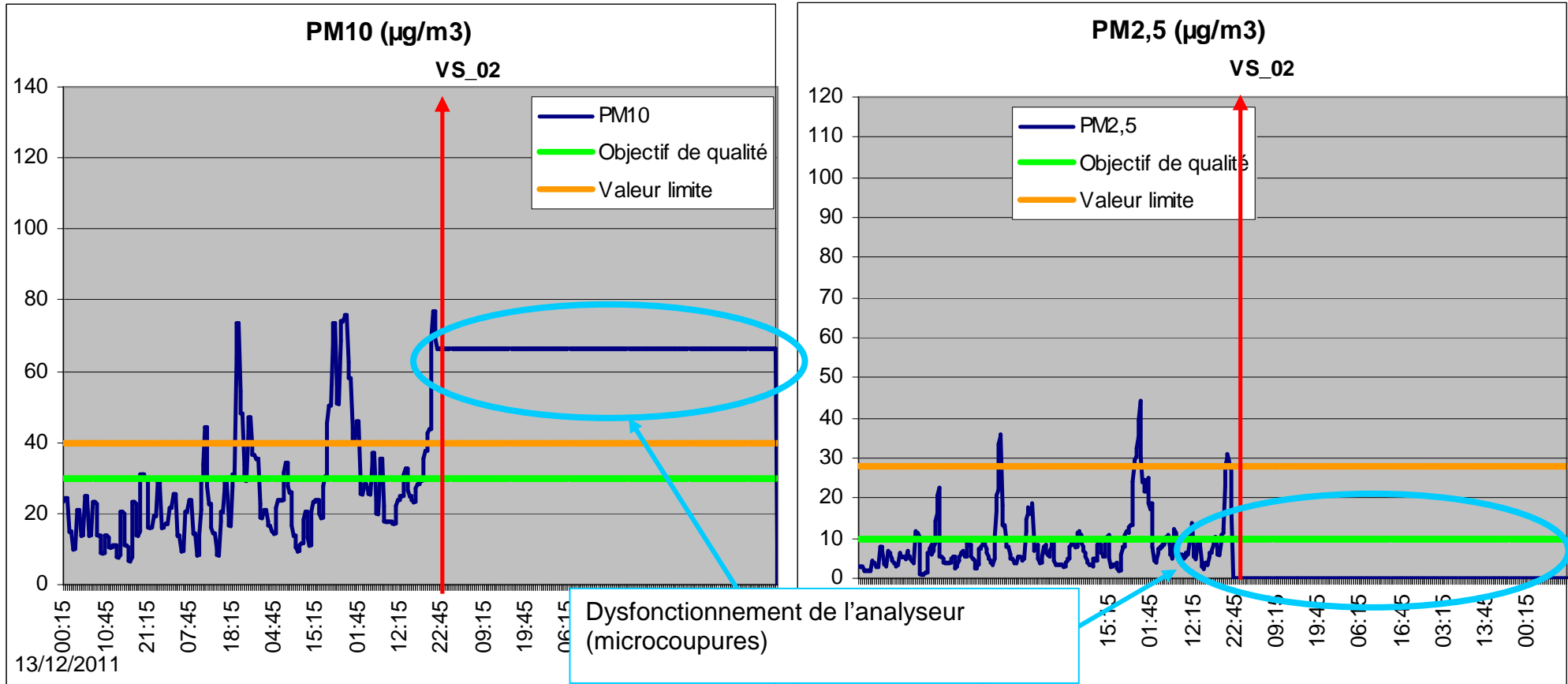






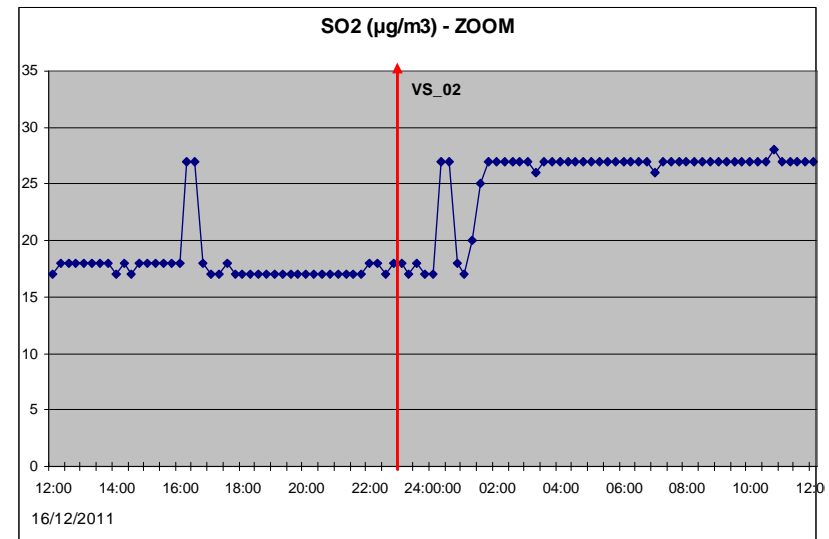
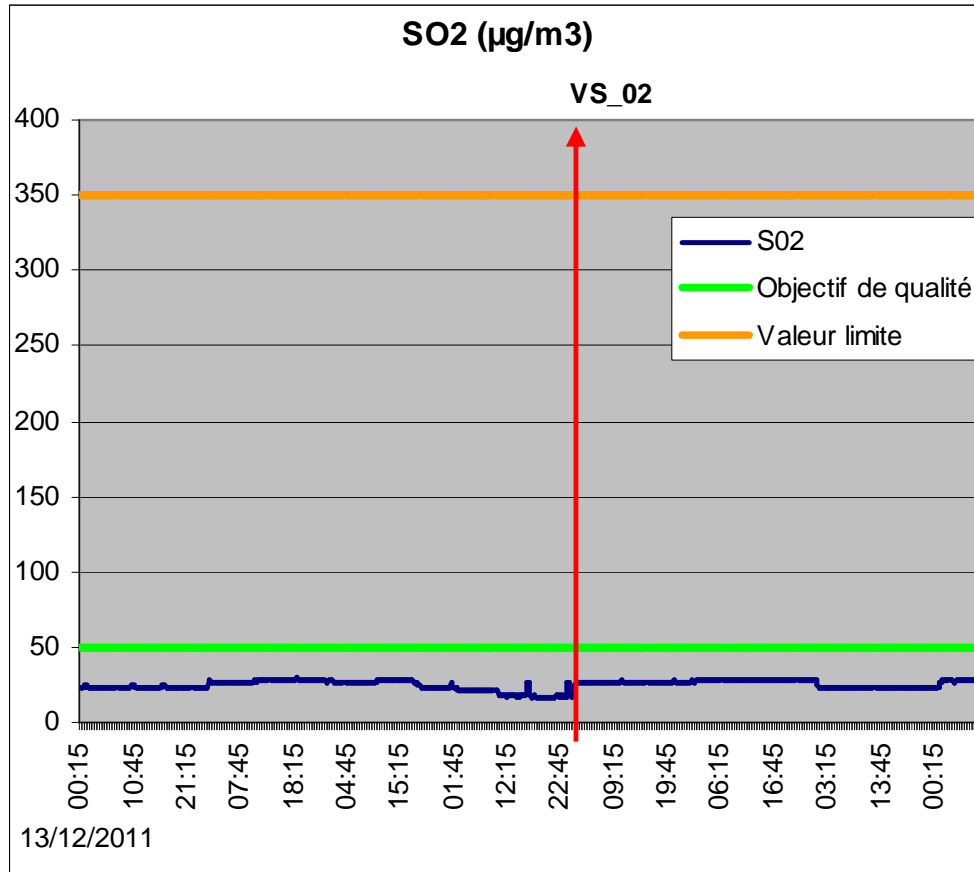
Dysfonctionnement de l'analyseur
(microcoupures)

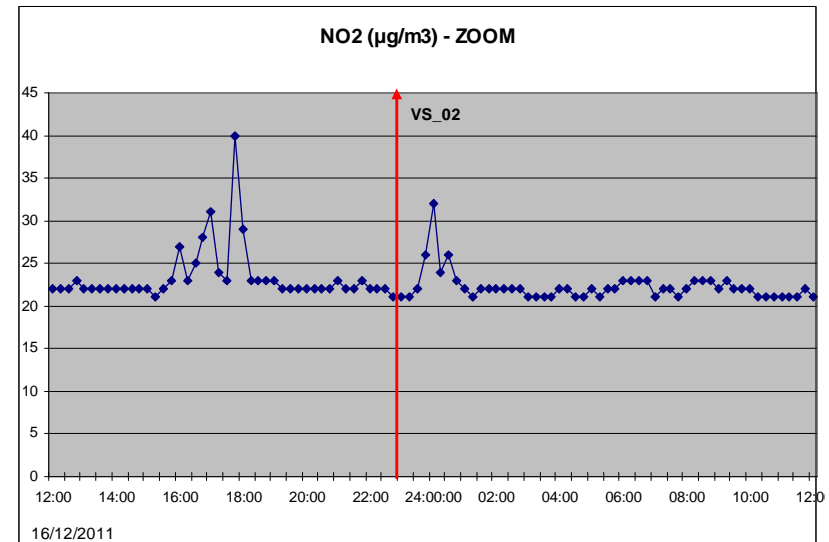
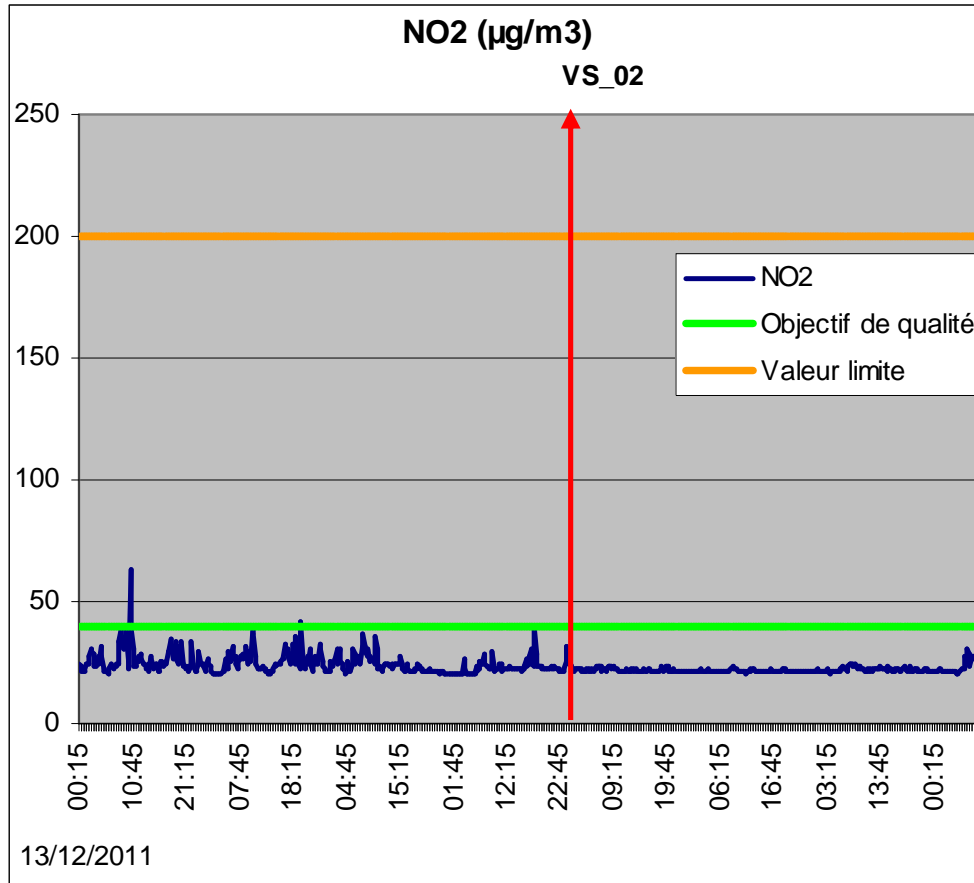


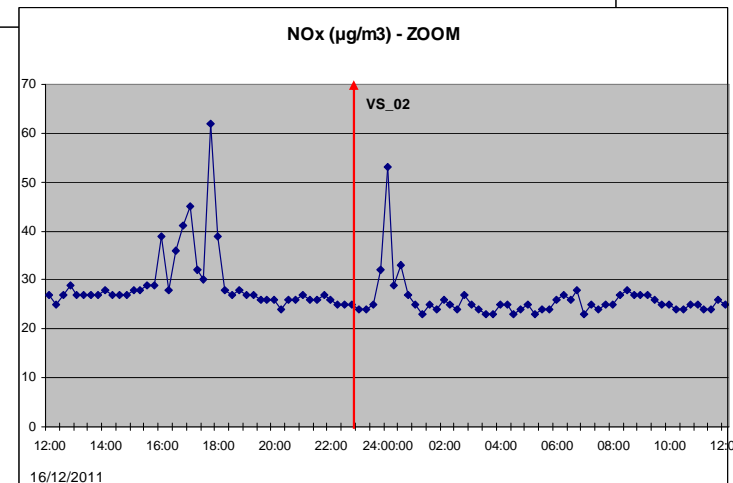
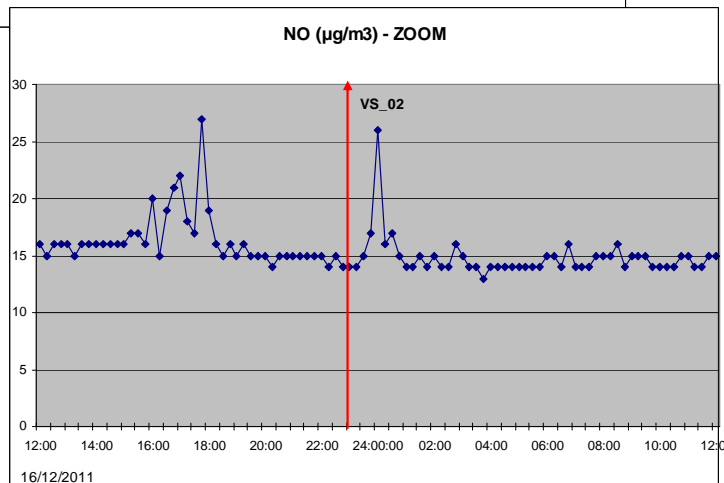
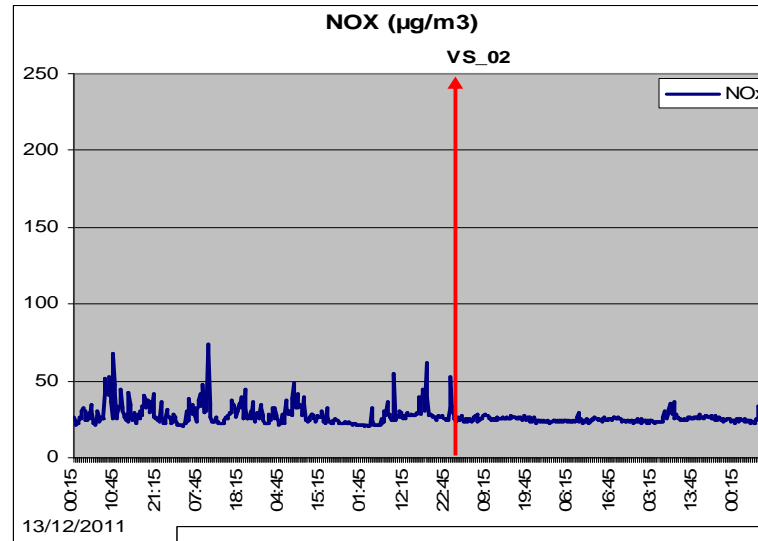
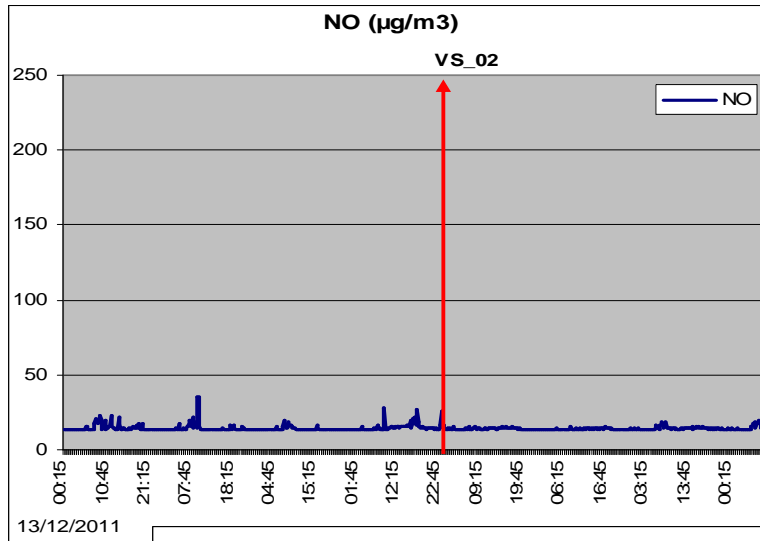


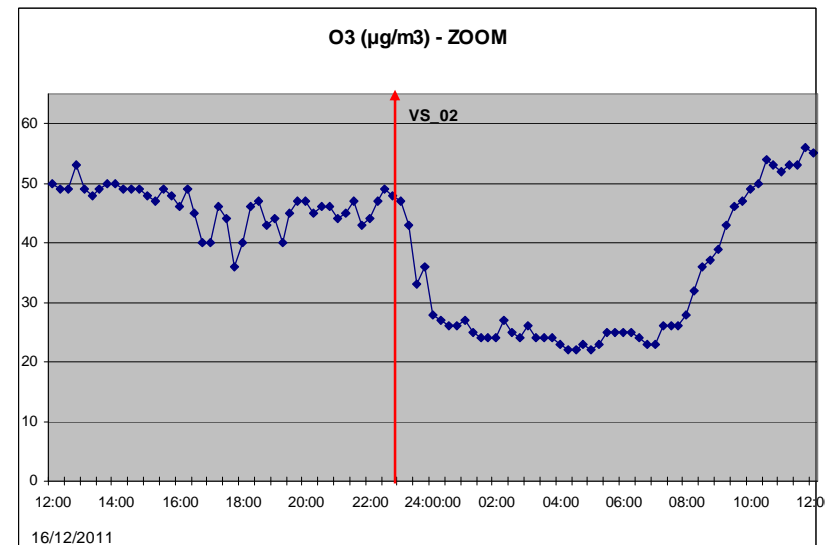
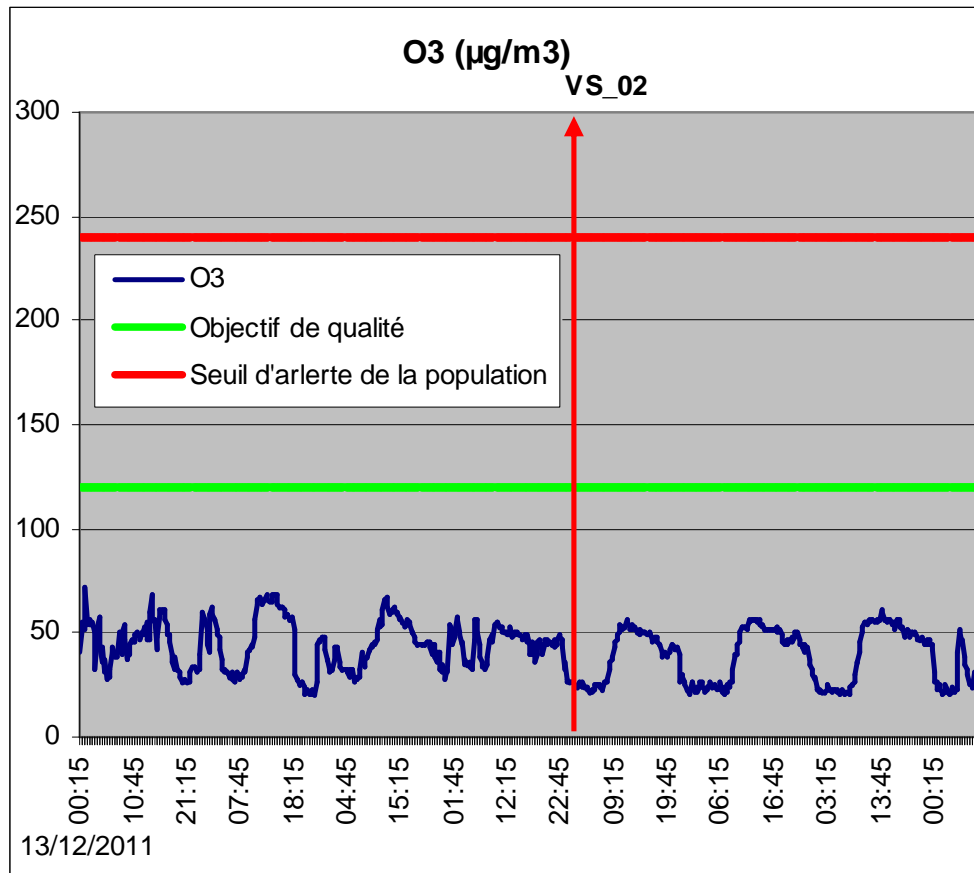
Nota : La quantification des HCT n'a pas été réalisée sur ce site (analyseur Hors Service).

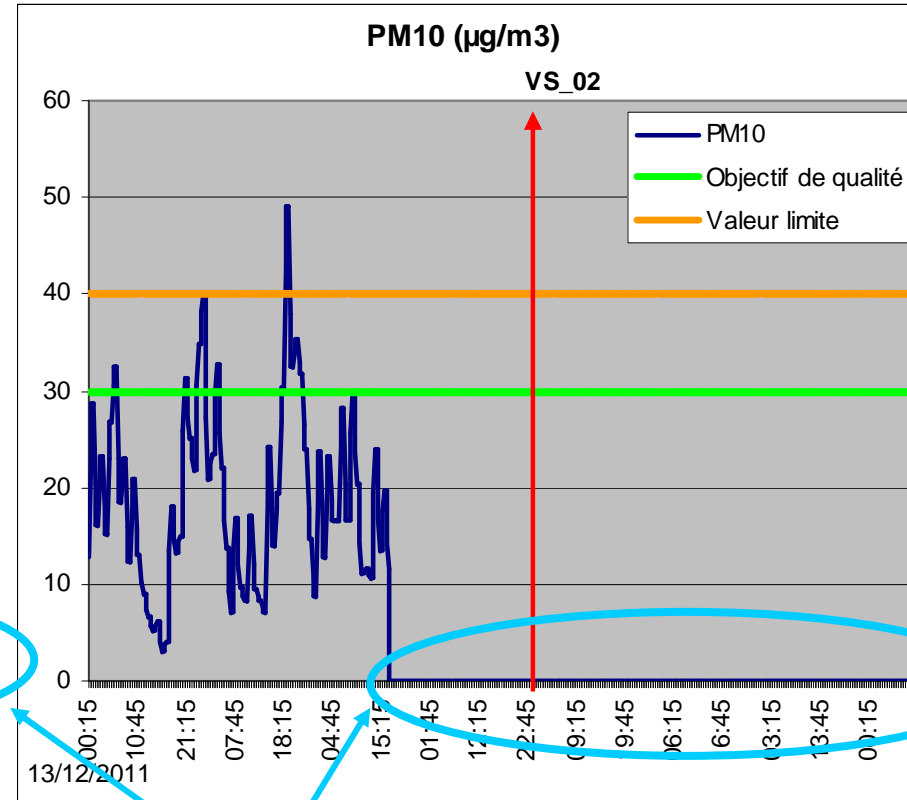
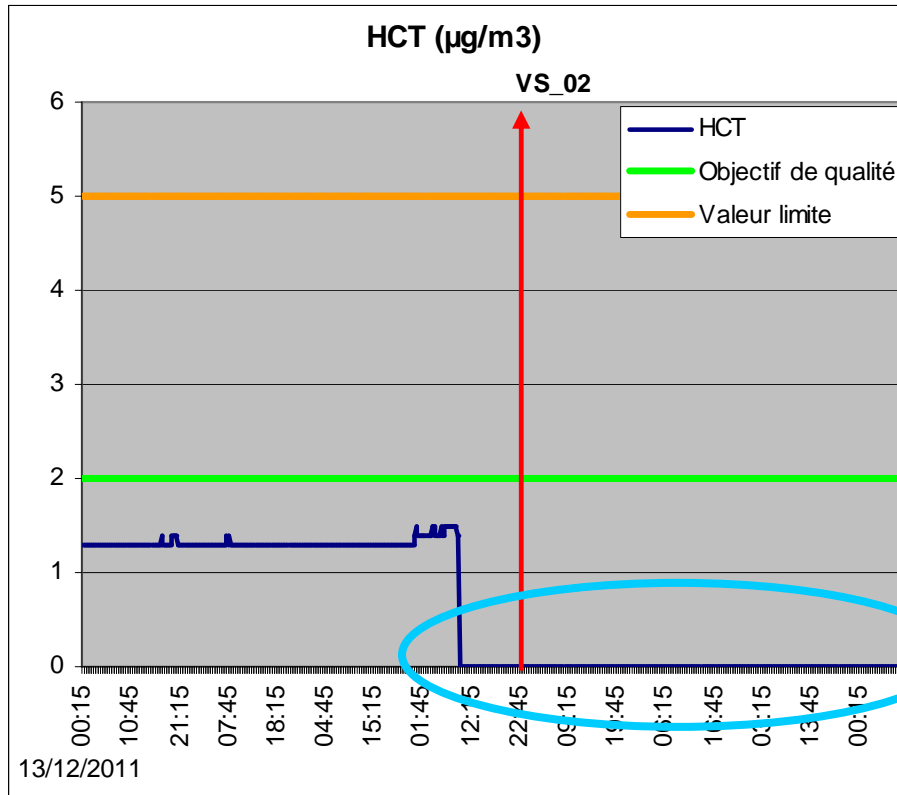
13.3. Shelter 3 : BLA – EPCU S3G (laboratoire de chimie)



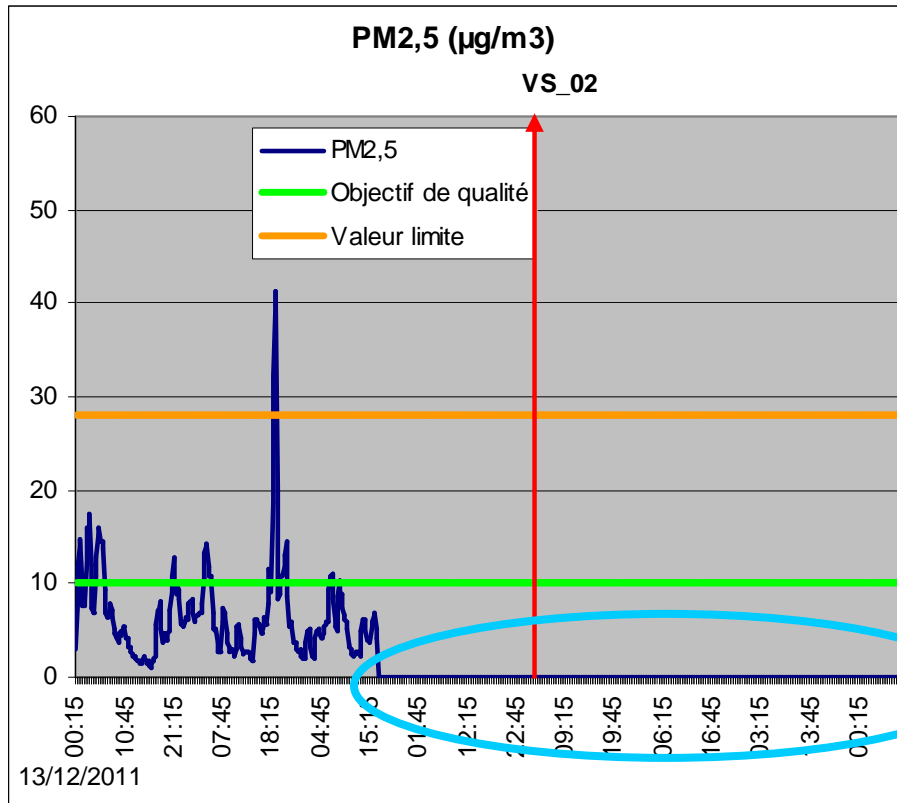








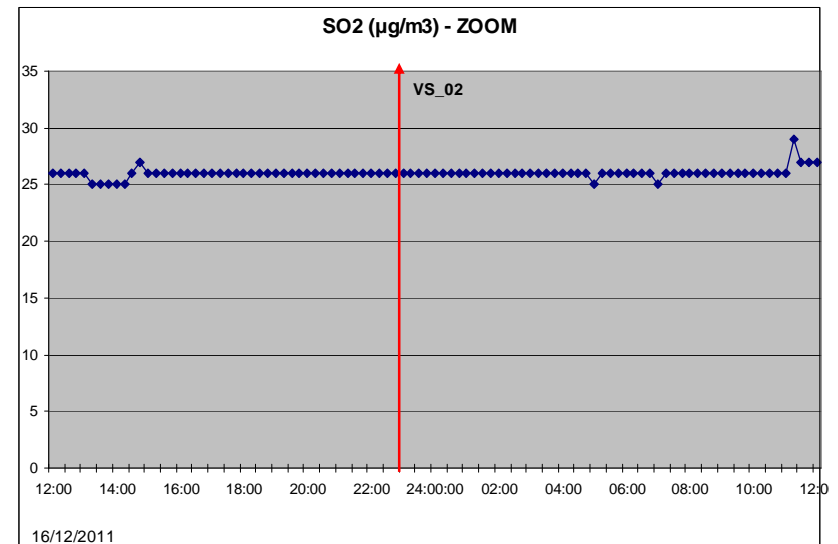
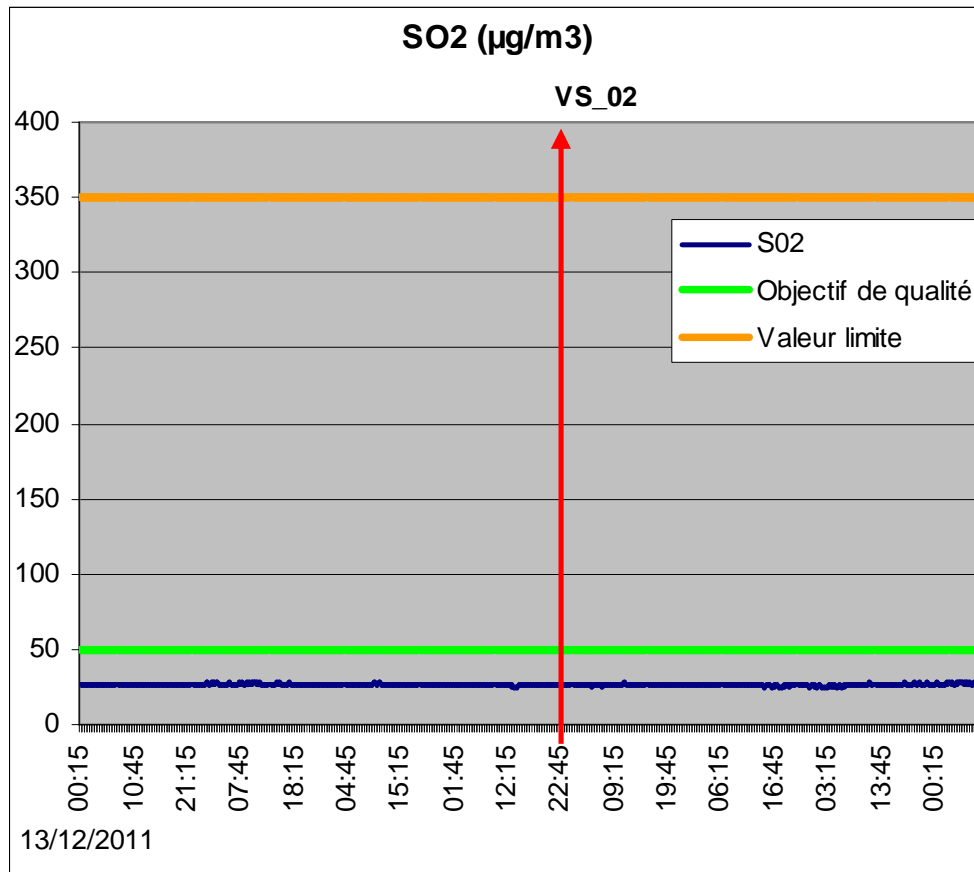
Dysfonctionnement de l'analyseur
(microcoupures)

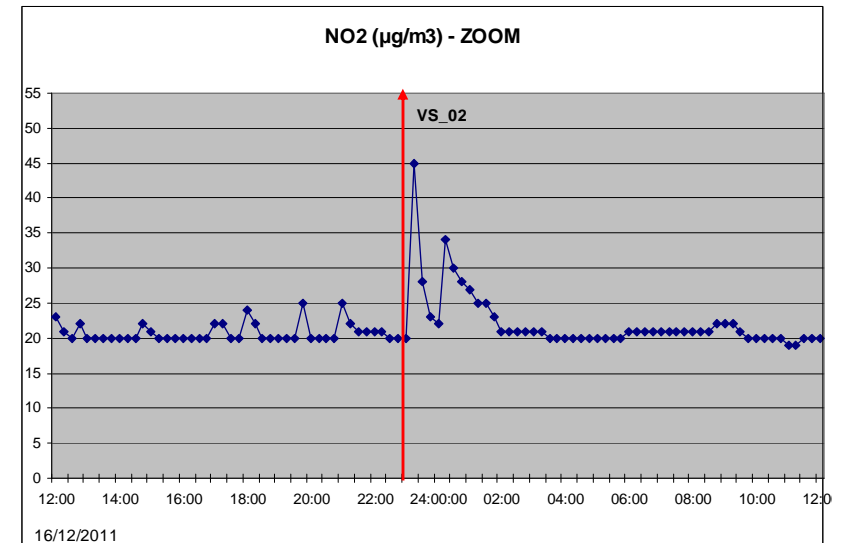
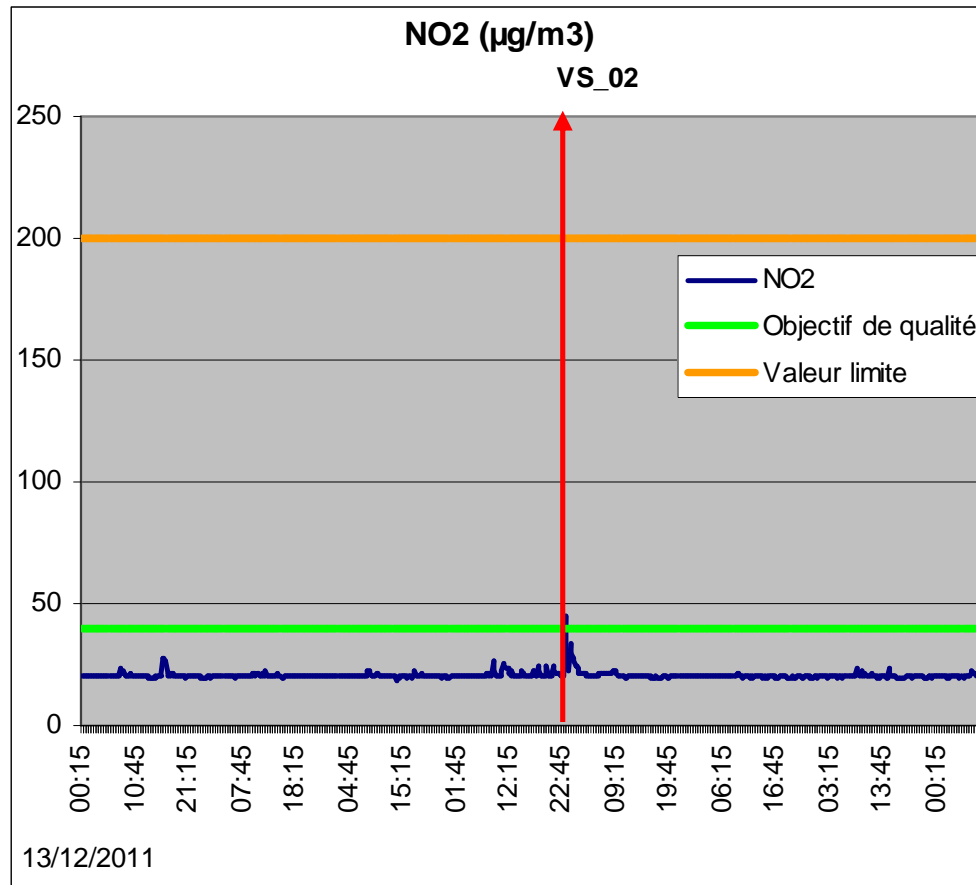


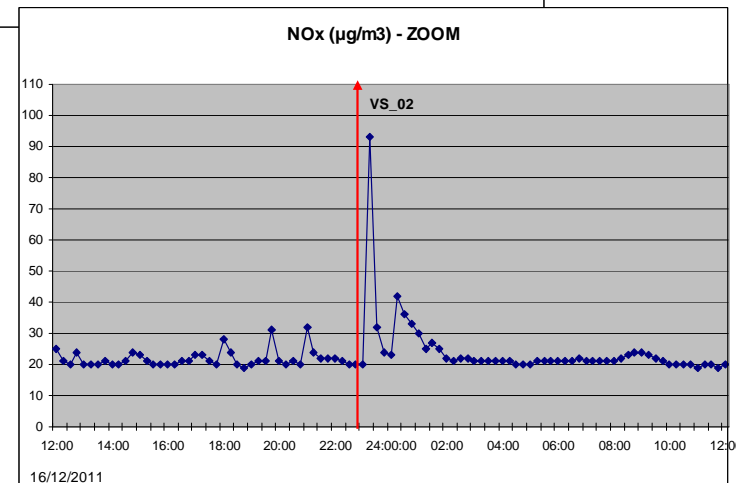
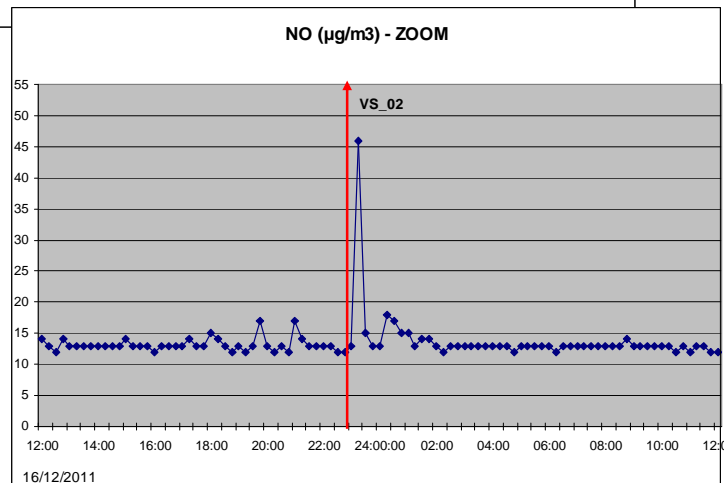
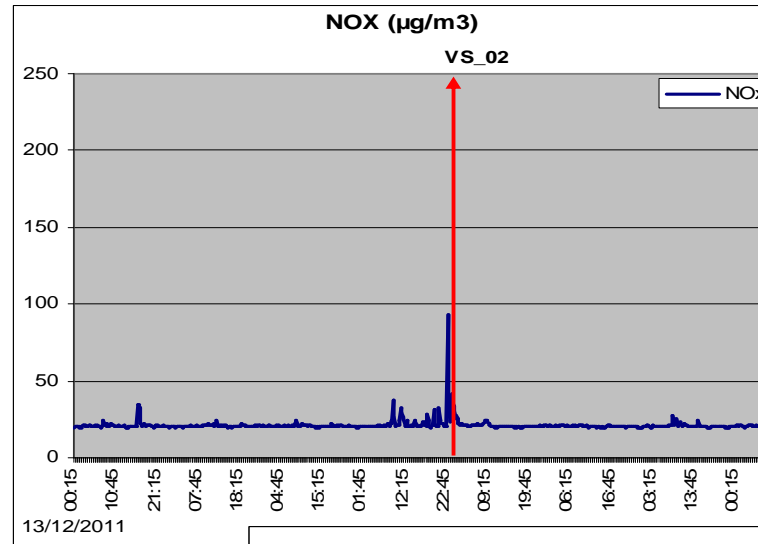
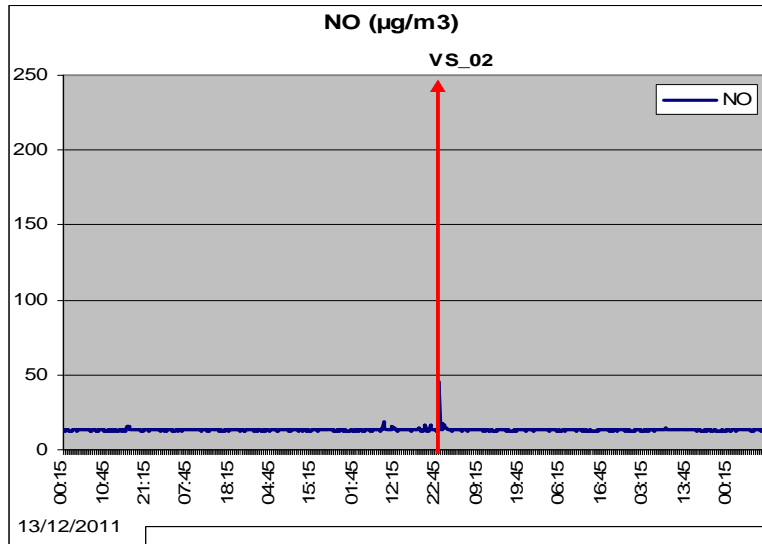
Dysfonctionnement de l'analyseur
(microcoupures)

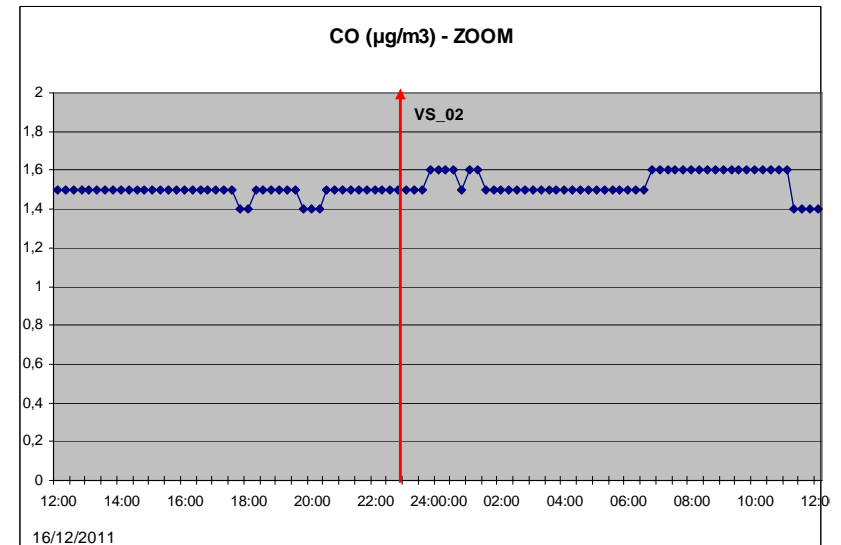
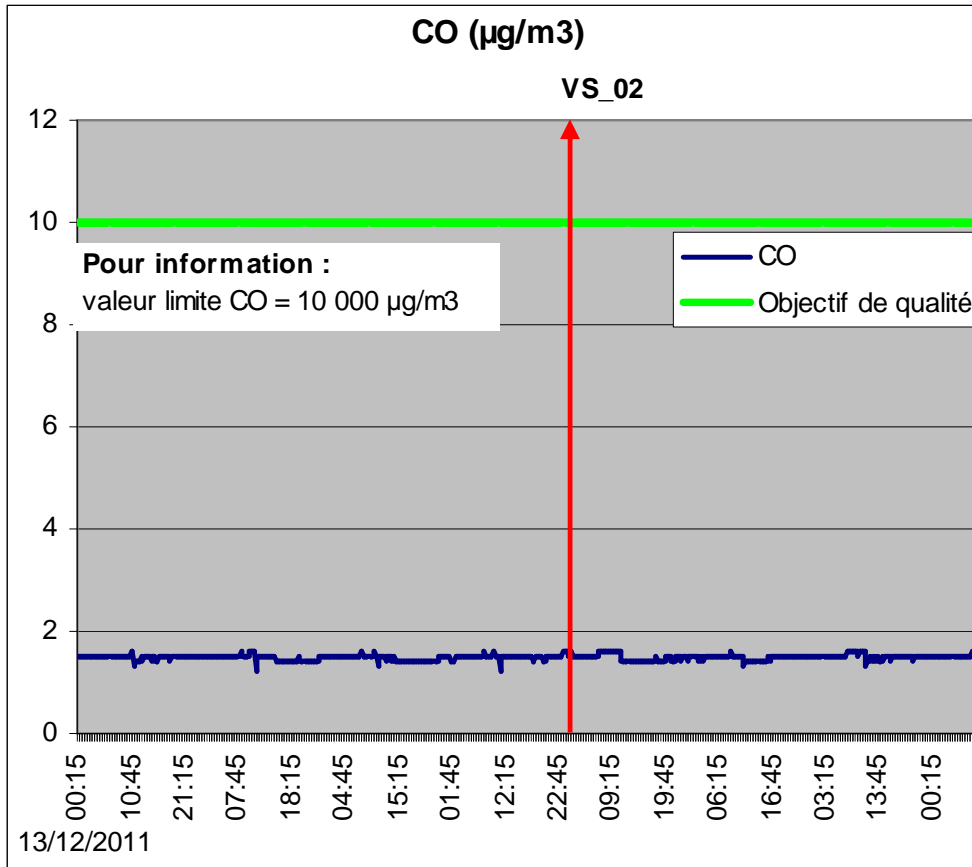
Nota : Les mesures de la concentration en CO et en CO₂ n'ont pas été réalisées sur ce point (analyseurs Hors Service)

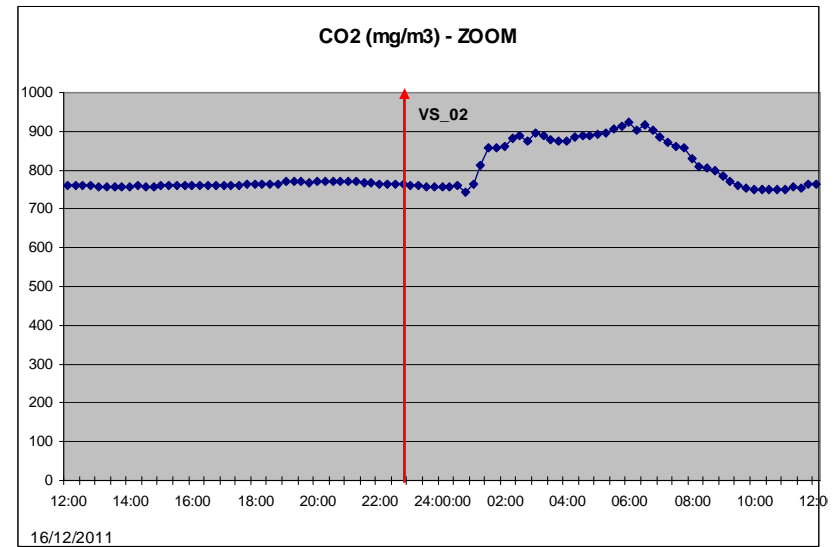
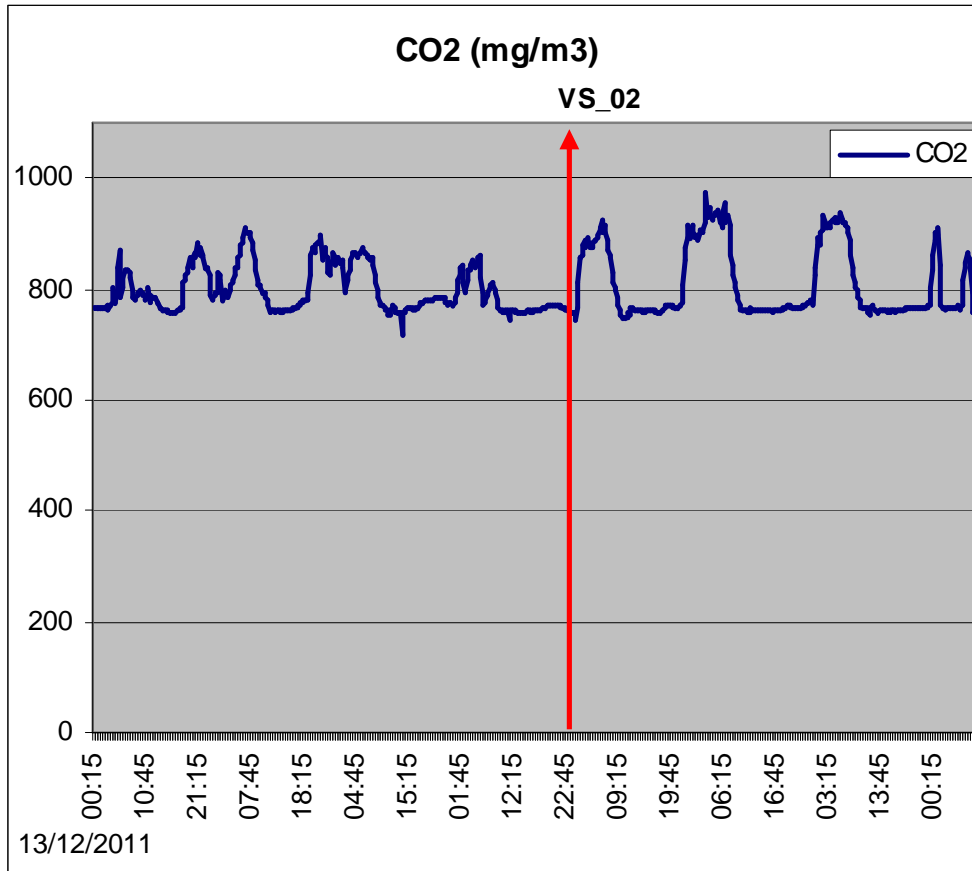
13.4. Shelter 4 : ELS – shelter optique à l'ouest de la ZLS (bâtiment 3529)

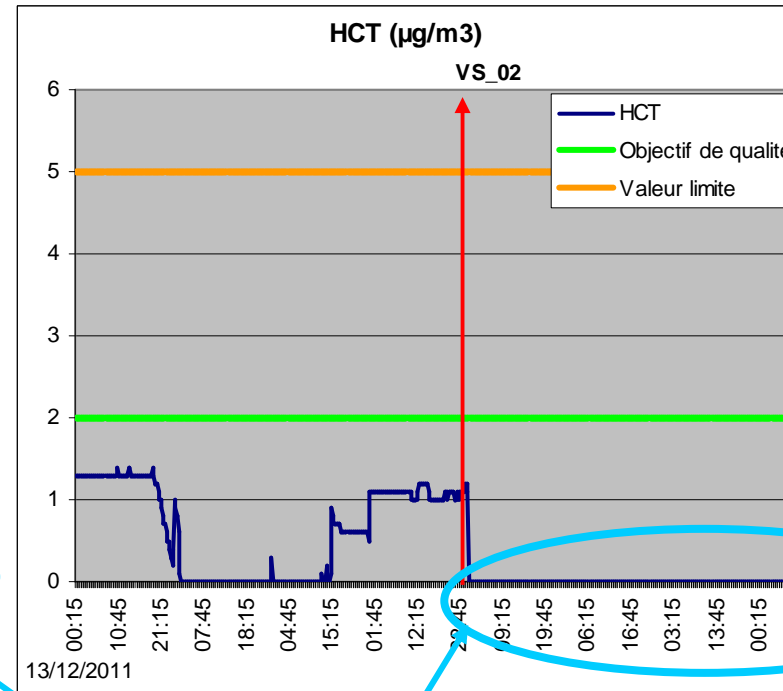
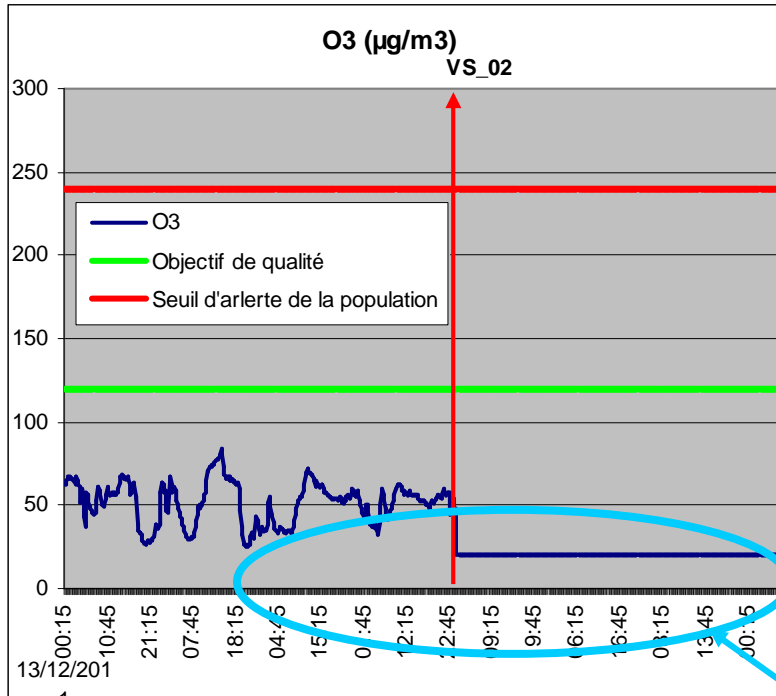




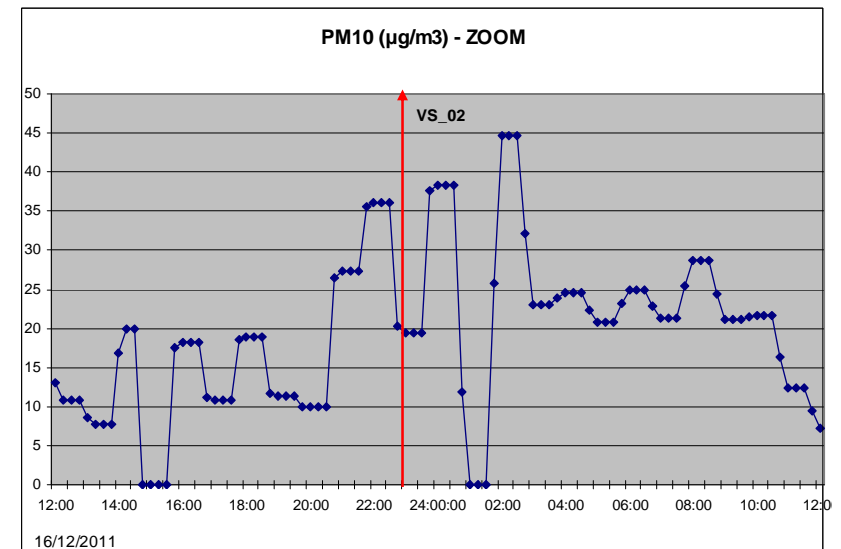
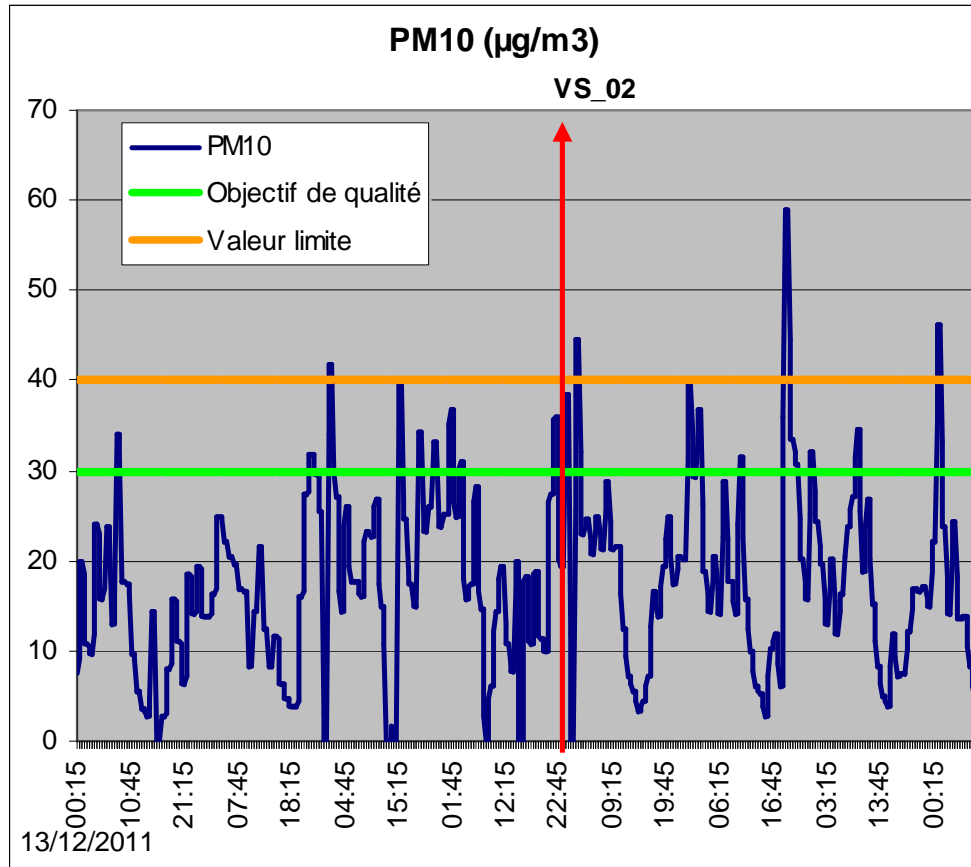


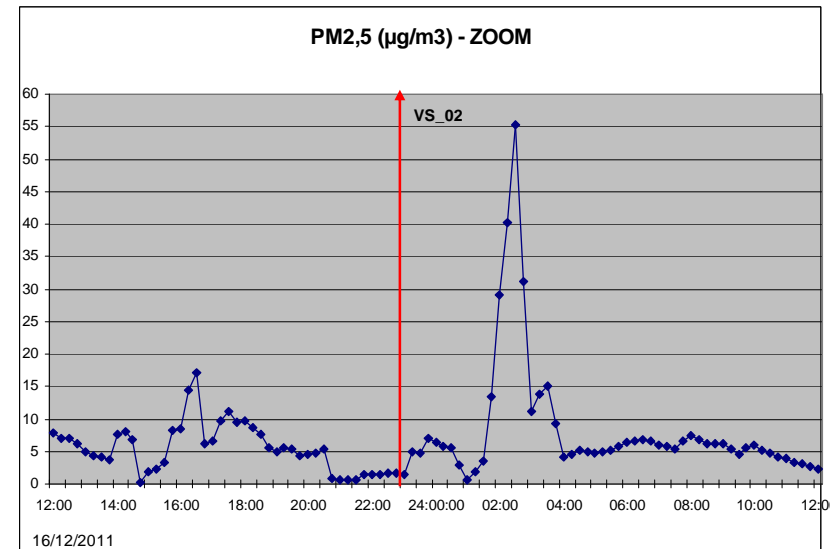
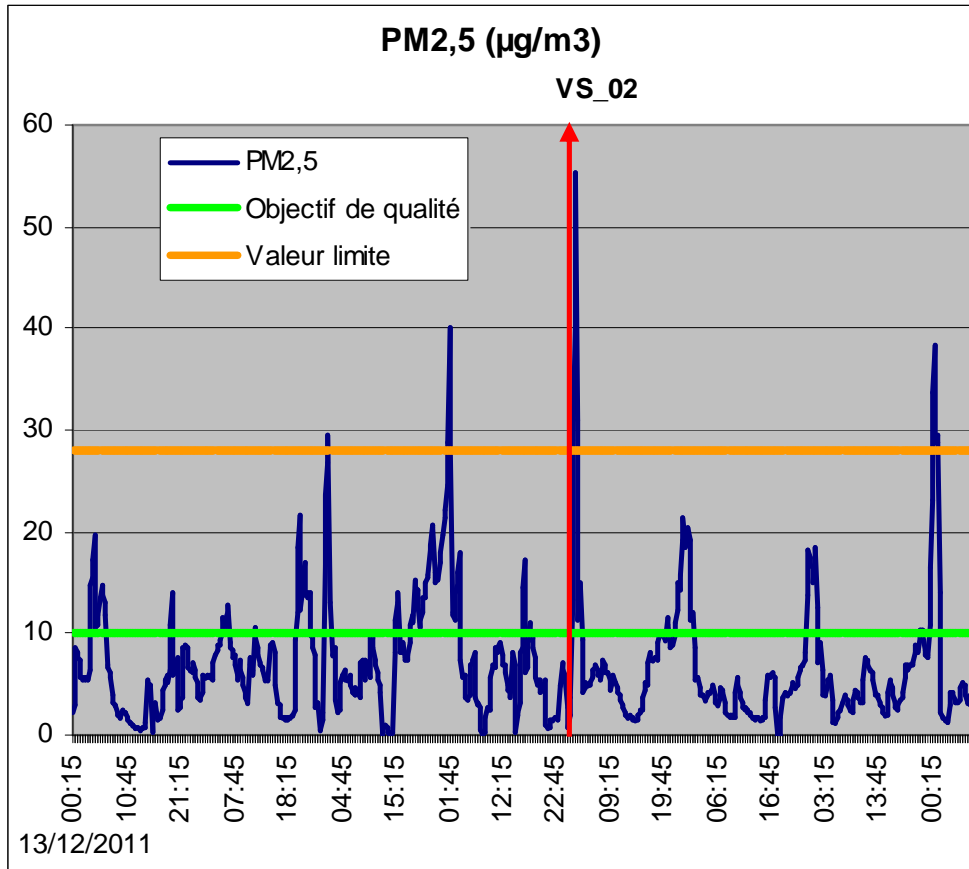




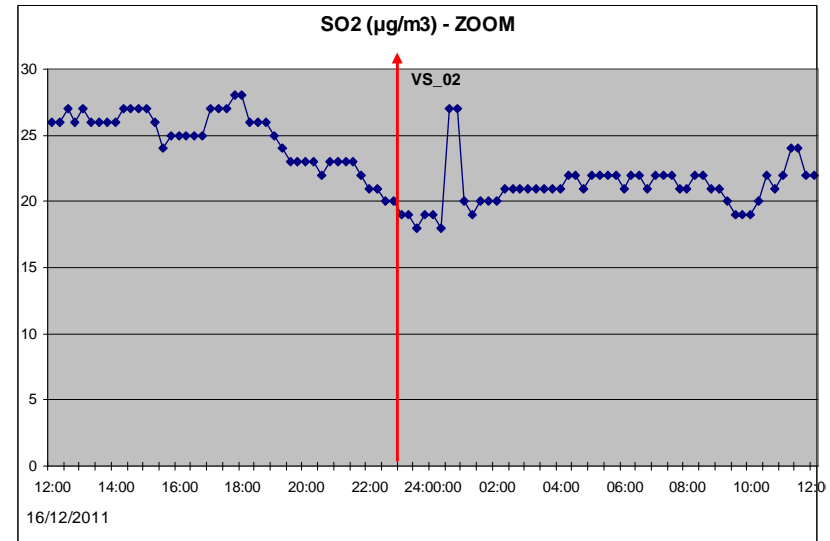
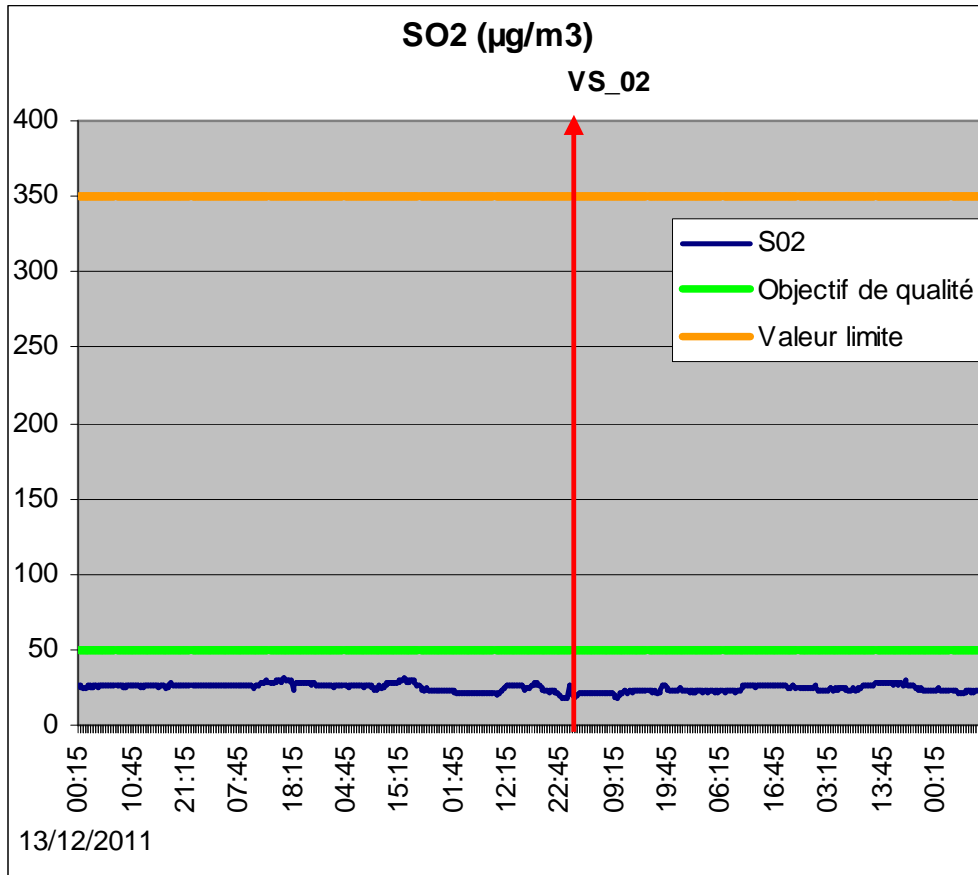


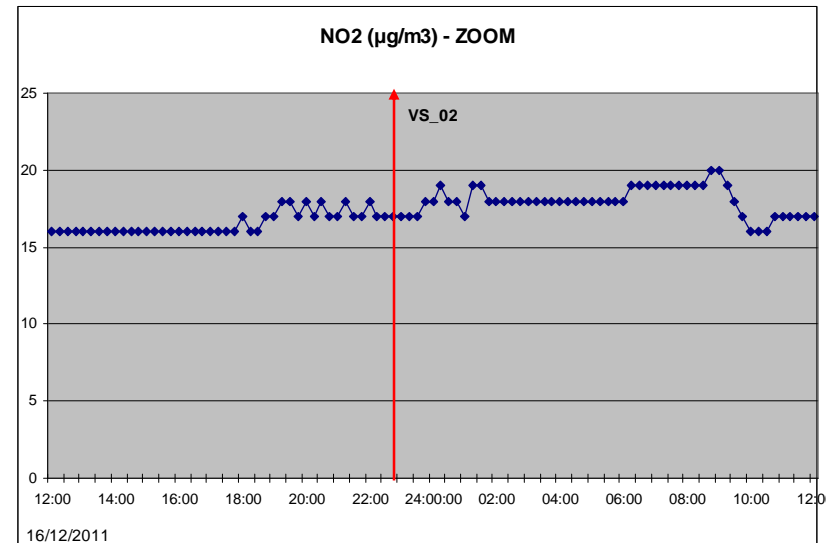
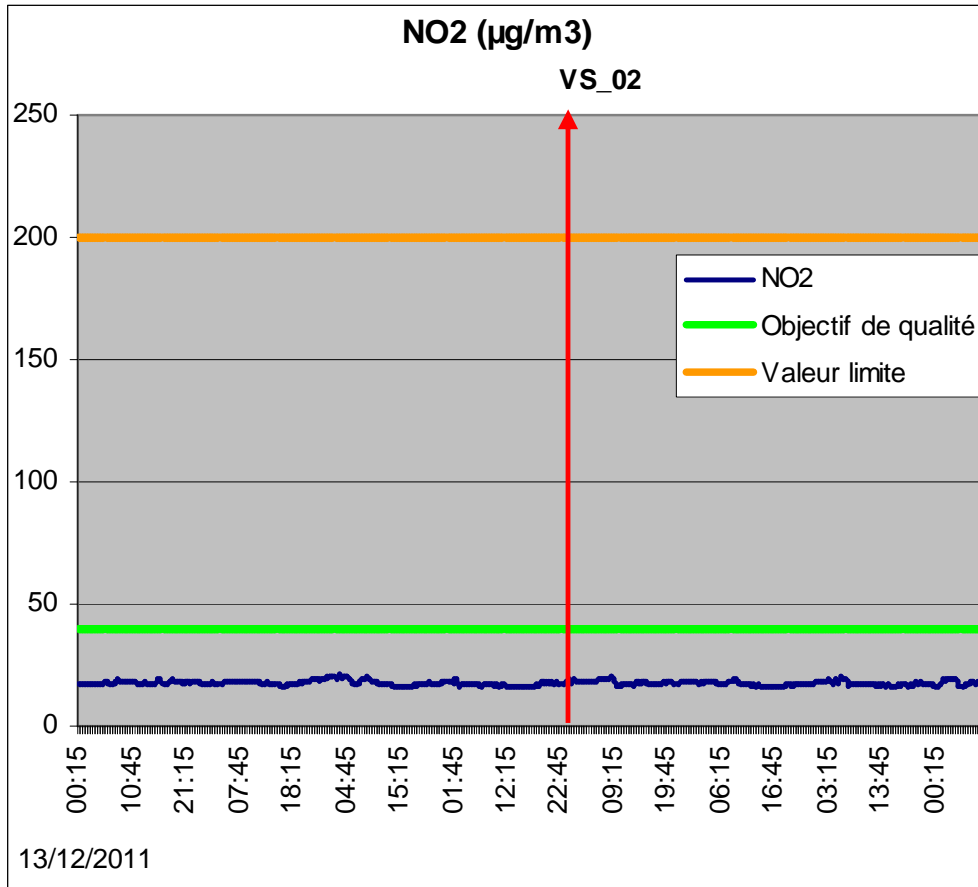
Dysfonctionnement de l'analyseur
(microcoupures)

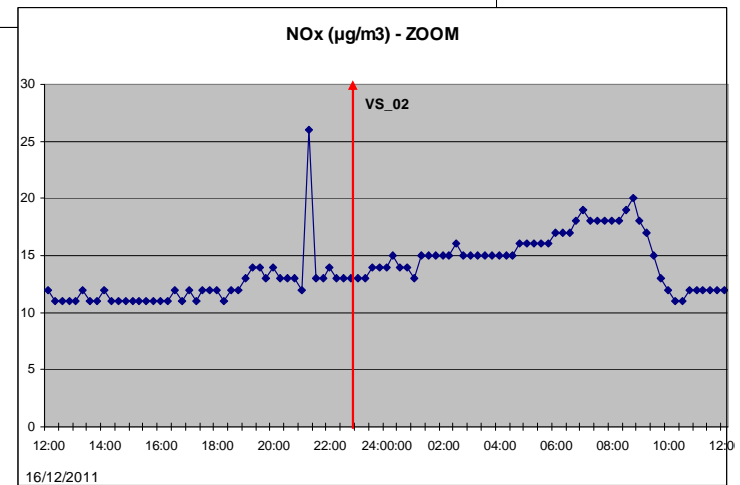
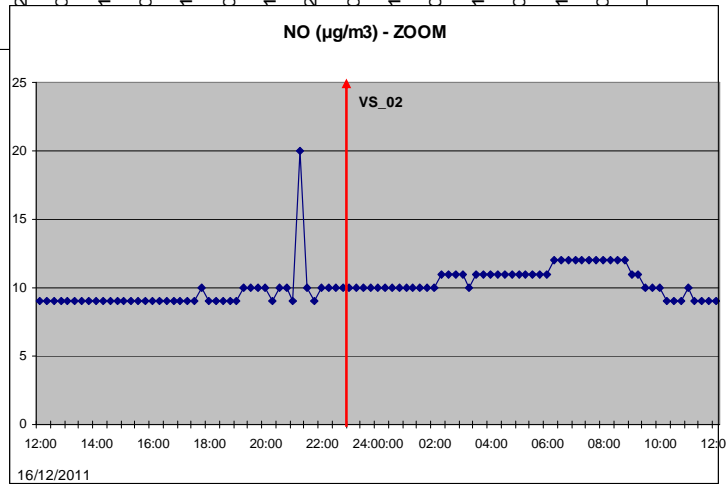
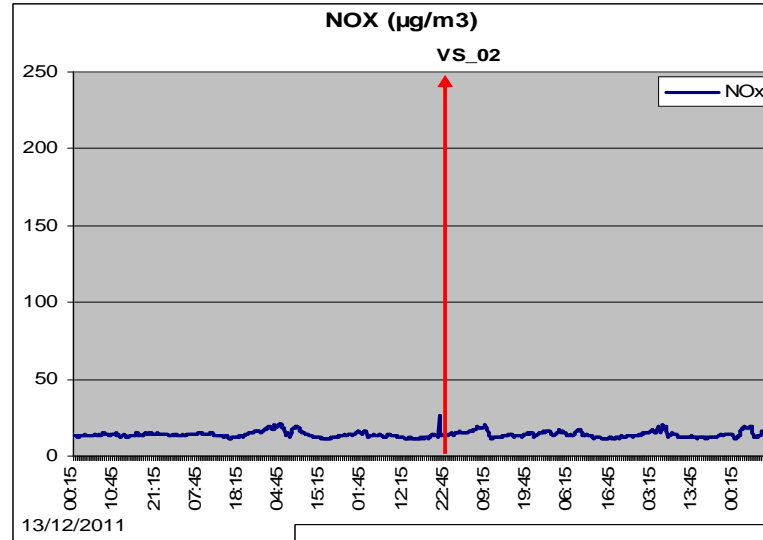
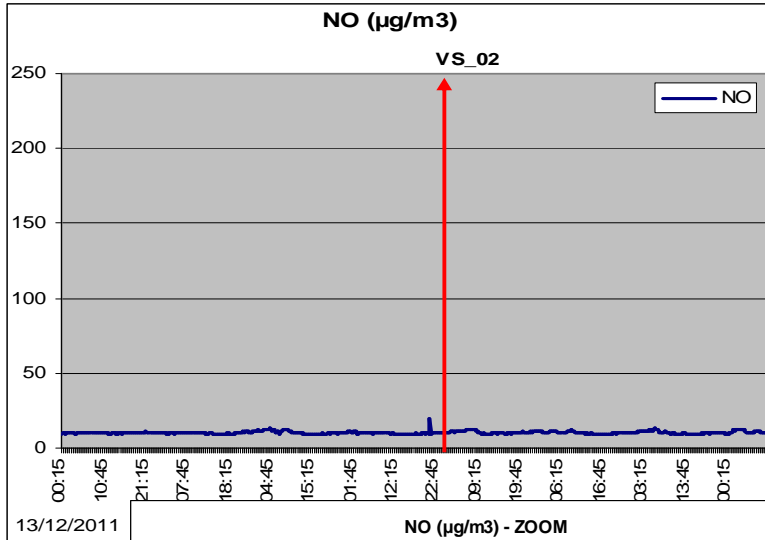


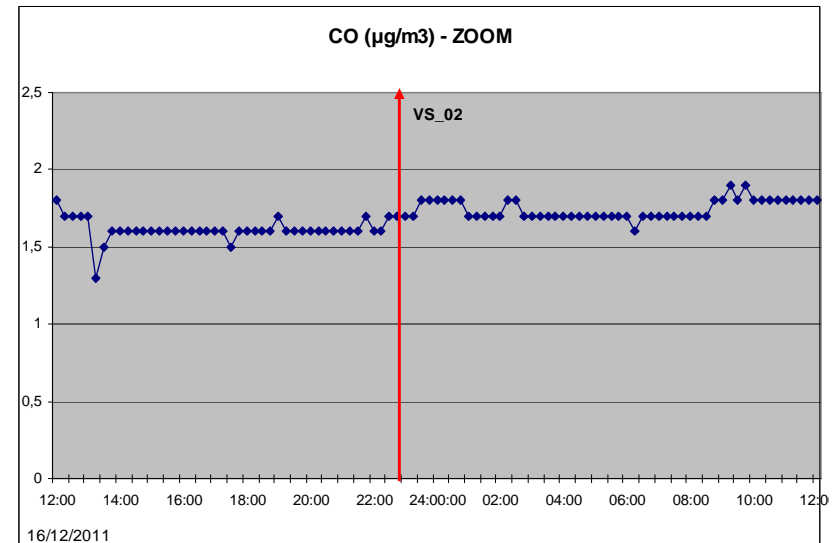
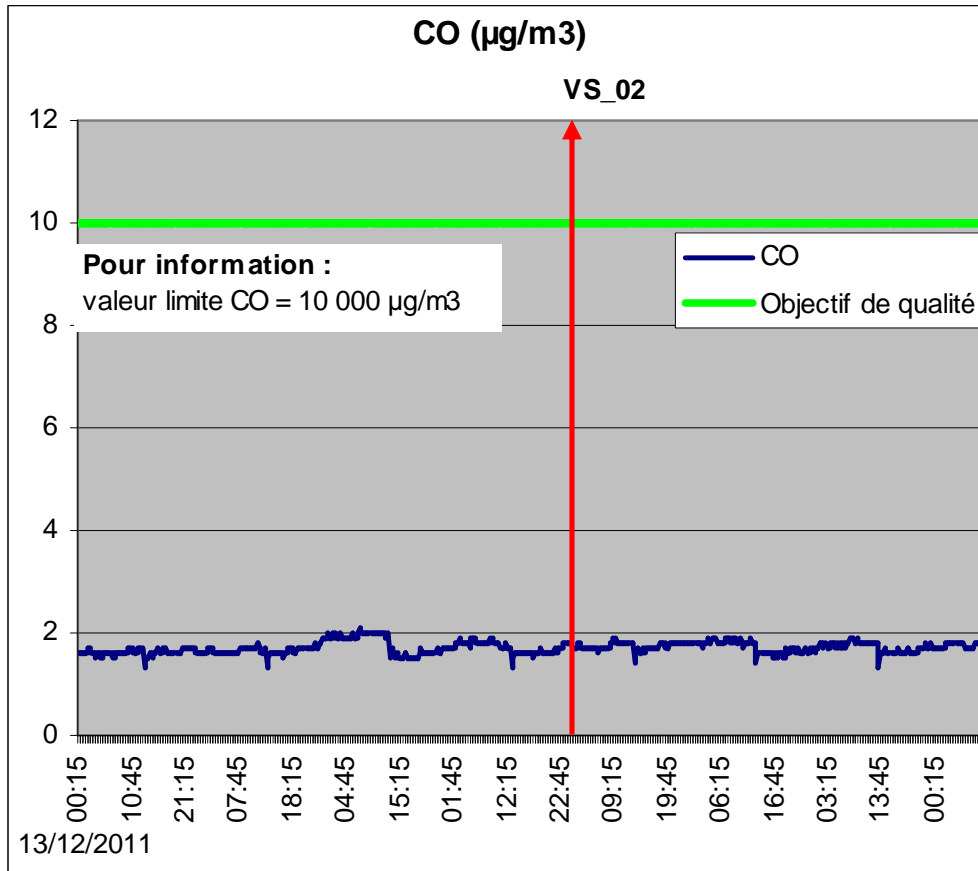


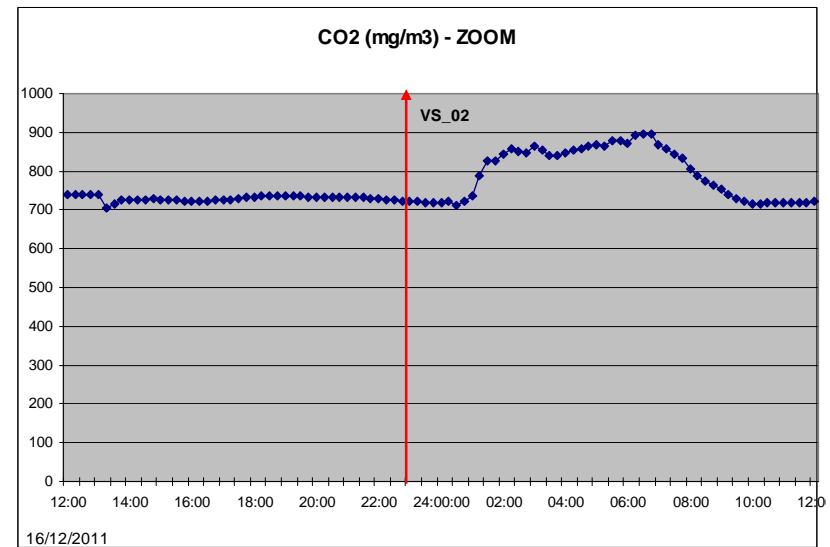
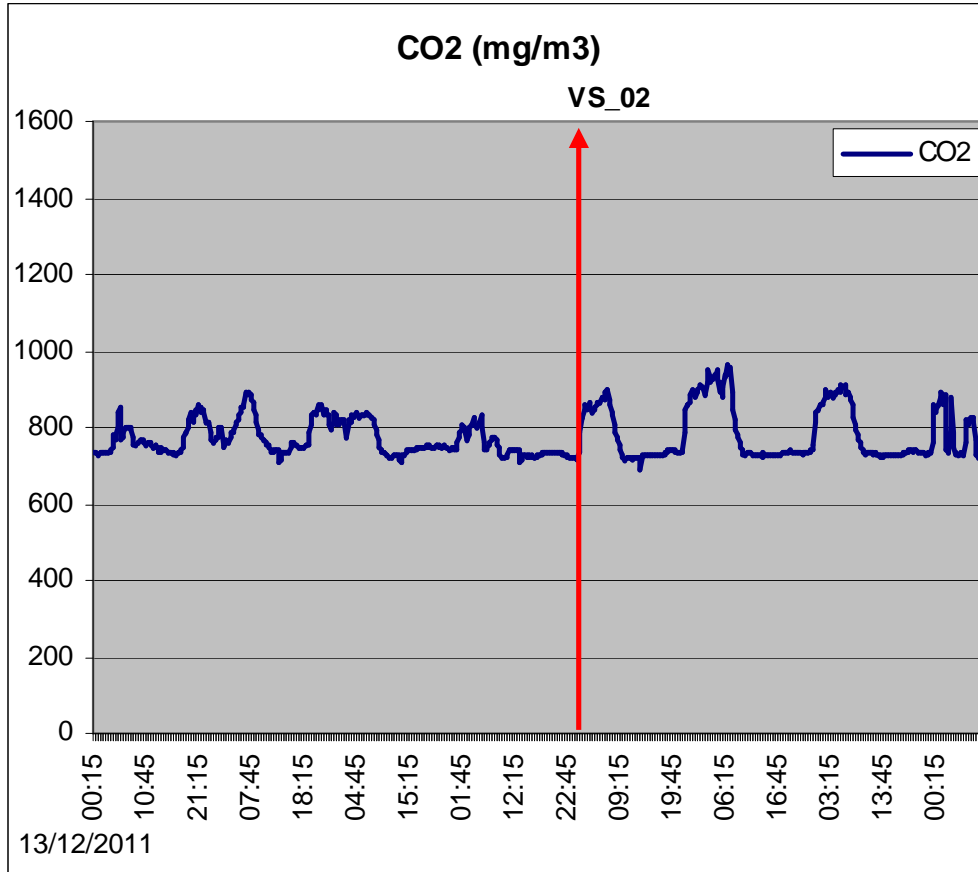
13.5. Shelter 5 : ELS – zone de dépotage PHHC (bâtiment 3551)

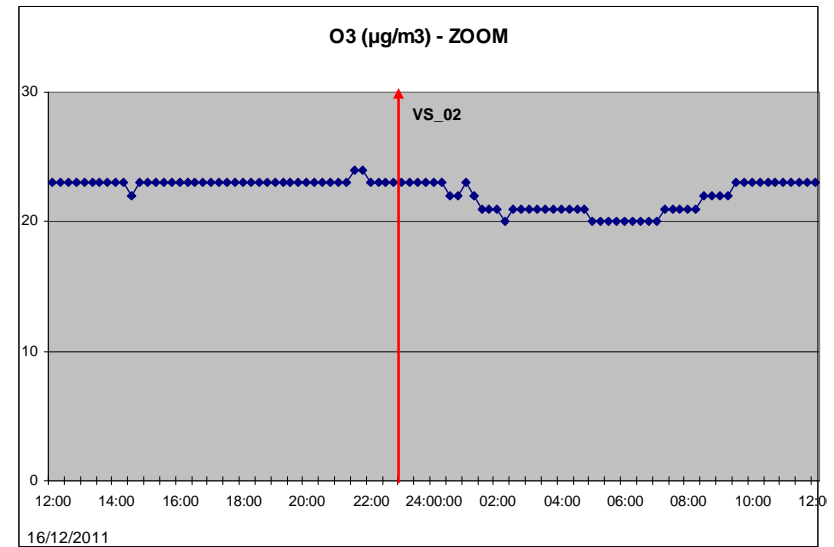
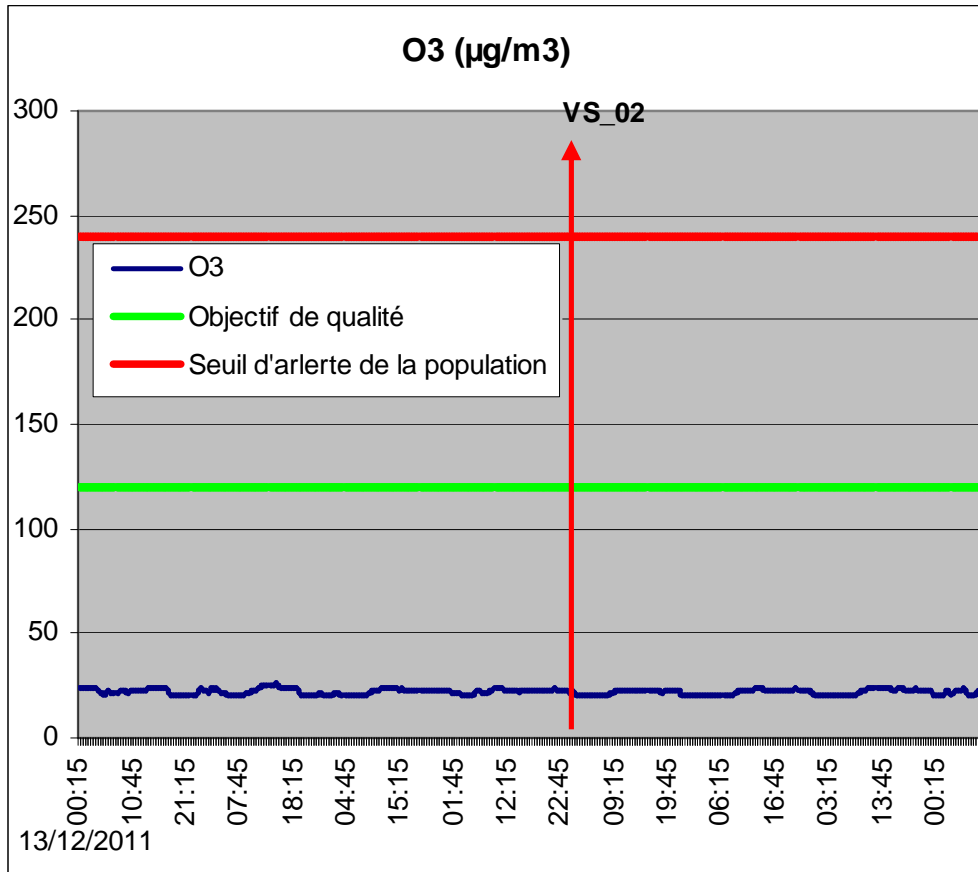


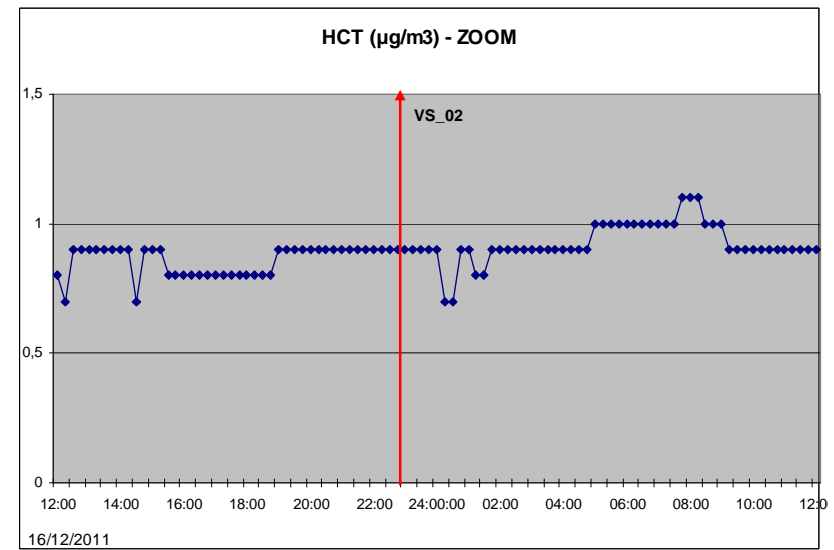
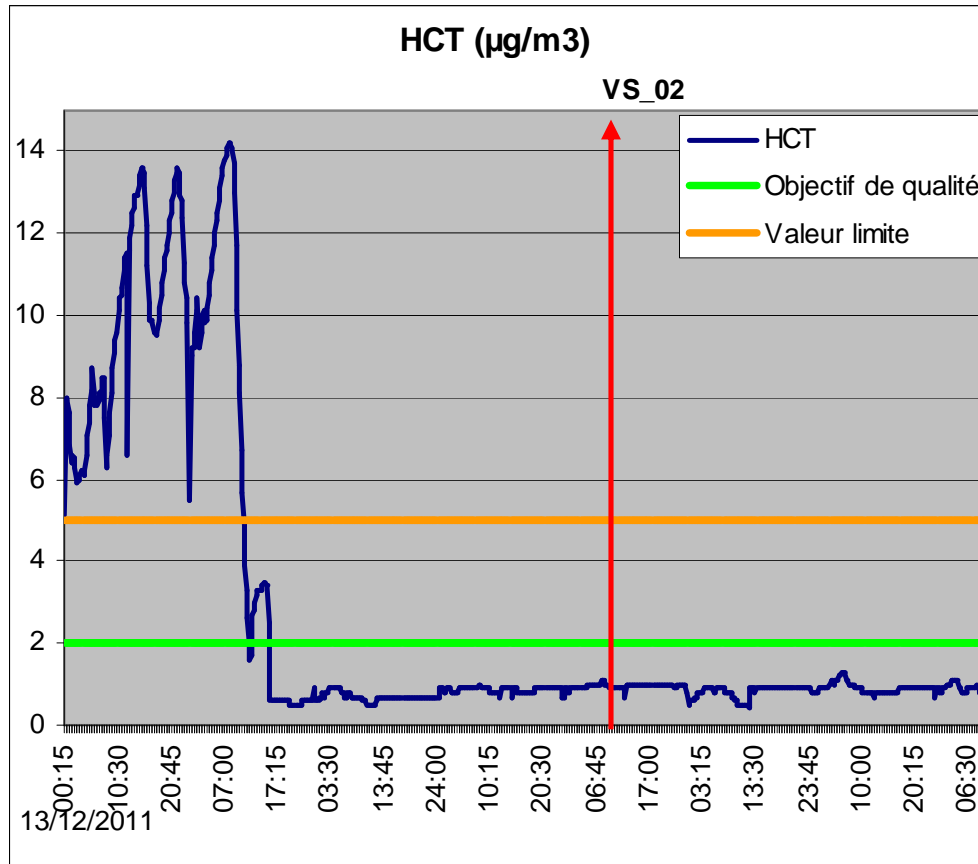


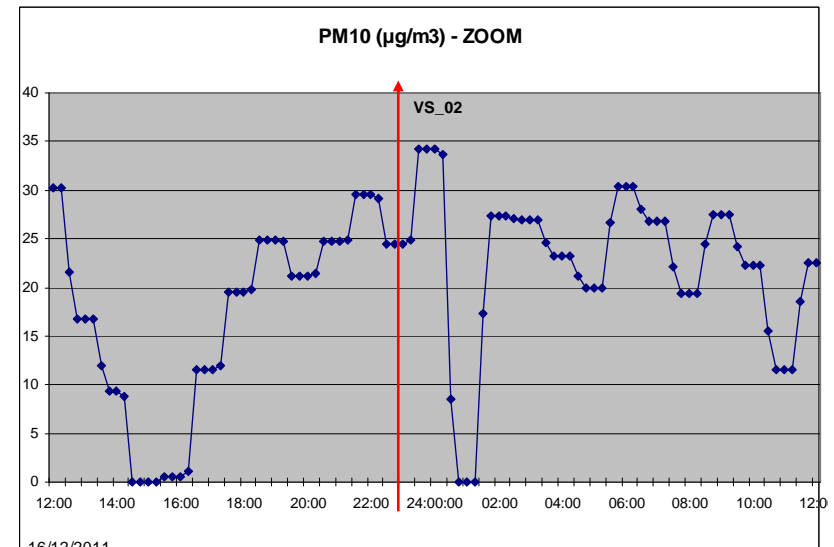
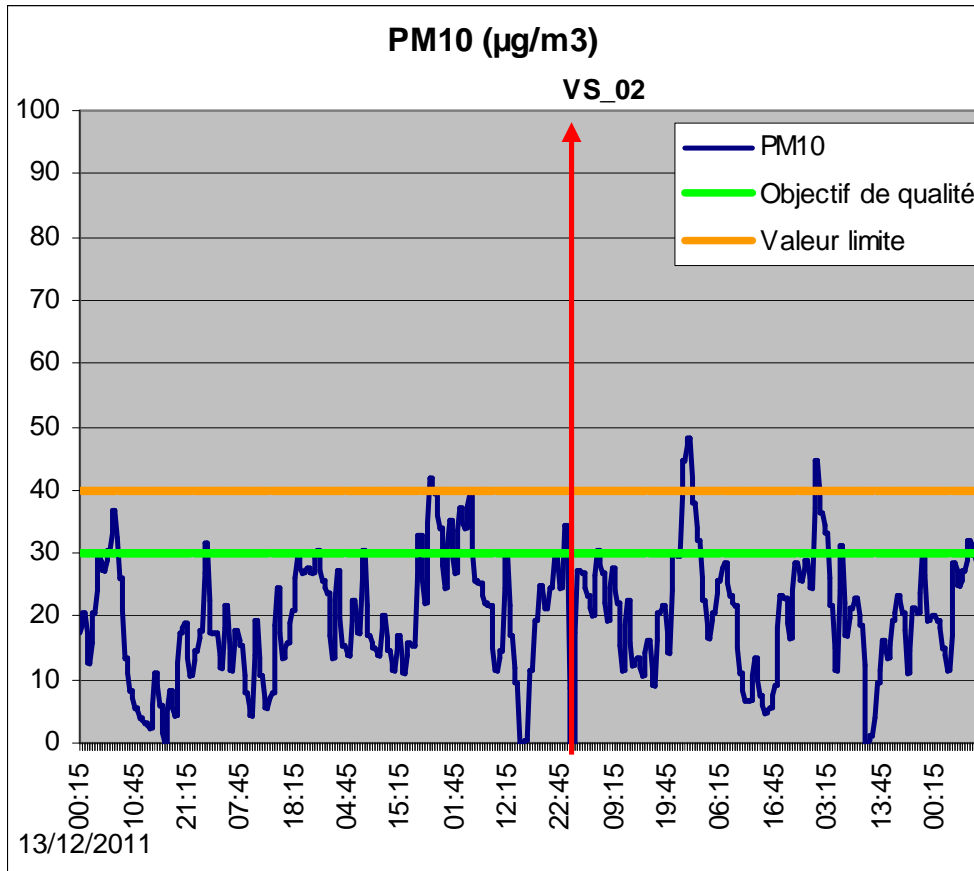












Nota : La quantification des $\text{PM}_{2,5}$ n'a pas été réalisée sur ce site (analyseur Hors Service).

13.6. Shelter 6 : ELS – Zone de stockage PHHC (bâtiment 3556)

