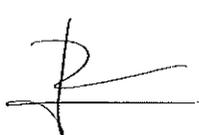


**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT
SOYUZ ST-B VOL S08 DU 10 JULLIET 2014 A 15H55 MN**

DIFFUSION

	Nom et Sigle	Date et Signature
Préparé par	DEL BUFALO G. SDP/ES	30/06/2015 
Vérifié par		01/07/15 
Approuvé par	RICHARD S. SDP/ES	

destinataires	Nb
ADEME	1
AE/DP/K	1
AE/DP/K/SE	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.I.	1
SDO/SC	1
SDP/ES	1
SDP/ES/ENV	2
DLA/D	1

Nombre total d'exemplaires : 18

Application autorisée par	TRINCHERO J.P. SDP/ES	01/07/2015 
---------------------------	------------------------------	---

REPertoire DES MODIFICATIONS

Ed/Rév	Date	Pages Modifiées	Objet de la modification
01/00	28/05/2015	TOUTES	CREATION / DEL BUFALO G.

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	3
1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION.....	4
2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	4
2.1. DOCUMENTS APPLICABLES	4
2.2. DOCUMENTS DE REFERENCE	5
2.3. GESTIONNAIRE TECHNIQUE DU DOCUMENT	5
3. DEFINITIONS ET SIGLES.....	5
3.1. DEFINITIONS	5
3.2. SIGLES	6
4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL S08.....	8
5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES	9
6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	10
6.1. DONNEES BRUTES DU RADIOSONDAGE 6R100714	11
6.2. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE 6R100714	12
7. MESURE EN CONTINU DE LA QUALITE DE L'AIR (RETOMBEES CHIMIQUES ET PARTICULAIRES).....	15
7.1. OBJECTIF DES MESURES	15
7.2. RESULTATS DES MESURES.....	15
7.2.1. <i>Résultats des analyseurs en continu ENVIRONNEMENT SA</i>	15
7.2.2. <i>Comparaison des résultats de VS08 aux résultats de VS 01 à VS 07</i>	22
7.2.3. <i>Résultats des détecteurs du réseau CODEX</i>	32
8. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR SOYUZ VOL S08.....	32

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-B** qui transportait les satellites **O3b-F2**. Le **vol S08** a eu lieu le **10 juillet 2014 à 15 heures 55 minutes** en heure locale, soit 18 heures 55 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 des plans de mesures environnement Soyuz antérieurs **[DR 5 à 11]**.

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] 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] **CG/SDP/ES/N°15-160** – Plan de mesures Environnement Ariane 5, Vega et Soyuz – Centre Spatial Guyanais.
- [DR2] **CSG-ES-SSS-8023-CNES** – DDAE de l'ensemble de lancement SOYUZ (ELS) – Volume 2 : Étude 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.
- [DR 5] **CG/SDP/ES/N°15-409** – Résultats du Plan de mesures Environnement Soyuz ST-A vol S07 du 3 Avril 2014 à 18h02
- [DR 6] **CG/SDP/ES/N°15-197** – Résultats du Plan de mesures Environnement Soyuz ST-B vol S06 du 19 décembre 2013 à 09h12
- [DR 7] **CG/SDP/ES/N°15-172** – Résultats du Plan de mesures Environnement Soyuz ST-B du S05 du 25 juin 2013 à 19H27
- [DR 8] **CG/SDP/ES/N°14-866** – Résultats du Plan de mesures Environnement Soyuz ST-B du S04 du 19 décembre 2012 à 09H12
- [DR 9] **CSG-RP-SSX-14762-CNES** – Résultats du Plan de mesures Environnement Soyuz ST-B du S03 du 12 Octobre 2012 à 15H15
- [DR 10] **CSG-RP-SSX-14379-CNES** – Résultats du Plan de mesures Environnement Soyuz ST-A du S02 du 16 Décembre 2011 à 23H03
- [DR 11] **CSG-RP-SSX-14347-CNES** – Résultats du Plan de mesures Environnement Soyuz ST-B du S01 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
CL	:	Champ Lointain
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 S08

Les domaines couverts par le plan de mesures Vol S08 **[DR1]** sont les suivants :

- Mesurer en continu les retombées chimiques gazeuses et particulaires issues des moteurs du 1^{er} (blocs latéraux) et 2nd (bloc A) étage de Soyuz. La 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}) a lieu sur 6 sites (villes de Kourou, de Sinnamary, Ensemble de Lancement Soyuz et BLA),
- 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.

Nota :

L'activation du réseau CODEX (Zellwegers) a été réalisé 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 et la distance des points de mesures par rapport à la ZLS sont synthétisées dans le *Tableau 1* ci-dessous

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

EMPLACEMENT		DISTANCE ZLS (m)	ANALYSEUR ENV. SA	
A I R	1	shelter optique à l'ouest de la ZLS (bâtiment 3529) - (shelter n°4)	Oui	
	2	Zone de dépotage PHHC (bâtiment 3551) - (shelter n°5)	Oui	
	3	Zone de stockage PHHC (bâtiment 3556) - (shelter n°6)	Oui	
	4	Gendarmerie de Sinnamary - (shelter n°2)	15 900	Oui
	5	Hotel des Roches - (shelter n°1)	27 950	Oui
	6	BLA – EPCU S3G (laboratoire de chimie) - (shelter n°3)	10 520	Oui

Le détail des instruments mis en place est présenté dans le document référencé **[DR1]**.

Au total, le plan de mesures environnement du Vol S08 représente quarante-huit capteurs.

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 6 et 7 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 6R100714

Le jour du lancement, à H0 +27 minutes, un radiosondage spécifique a été effectué (**référence 6R100714.txt** du 10 Juillet 2014). Il donne des informations sur trois cent vingt-cinq couches distinctes tous les cent mètres.

Tableau 2 : Données météorologiques issues du radiosondage 6R100714 pour les couches atmosphériques représentatives.

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1010,2	3,0	70	28	85
100	1000,2	4,2	80	26,1	80,8
500	955,8	4,7	96	23,4	82,5
1000	902,5	5,4	97	20,3	80,1
1500	851,6	6,6	85	17,5	83,2
2000	803,1	6,6	94	14,3	89,6
2500	756,8	10	92	11,2	95,2
3000	712,8	13,3	88	9,7	83,4
3500	671,1	15,6	84	7,6	66,9
4000	631,4	14,3	91	3,8	78,7

6.2. Simulation SARRIM à partir du radiosondage 6R100714

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* ci dessous.

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

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	645
BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	4,5
- Direction moyenne des vents (°)	87°
⇒ Les vents sont orientés vers	Point kilométrique PR 104
HAUTES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant de la hauteur de stabilisation jusqu'à 4000 m)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	10,8
- Direction moyenne des vents (°)	87°
⇒ Les vents sont orientés vers	Point kilométrique PR 104

Figure 1 : Retombées en dioxyde de carbone en champ proche

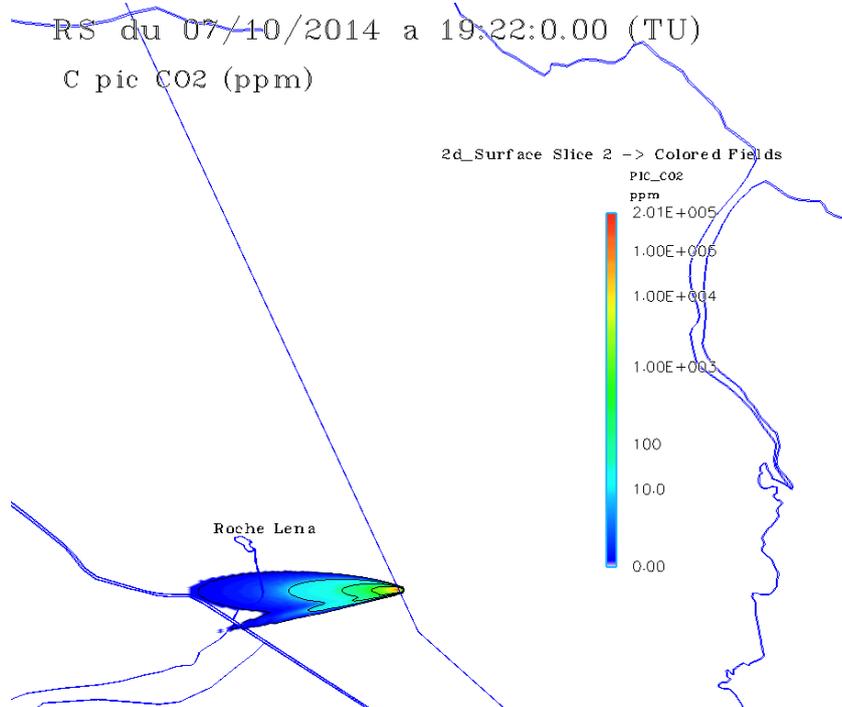


Figure 2 : Retombées en dioxyde de carbone en champ lointain

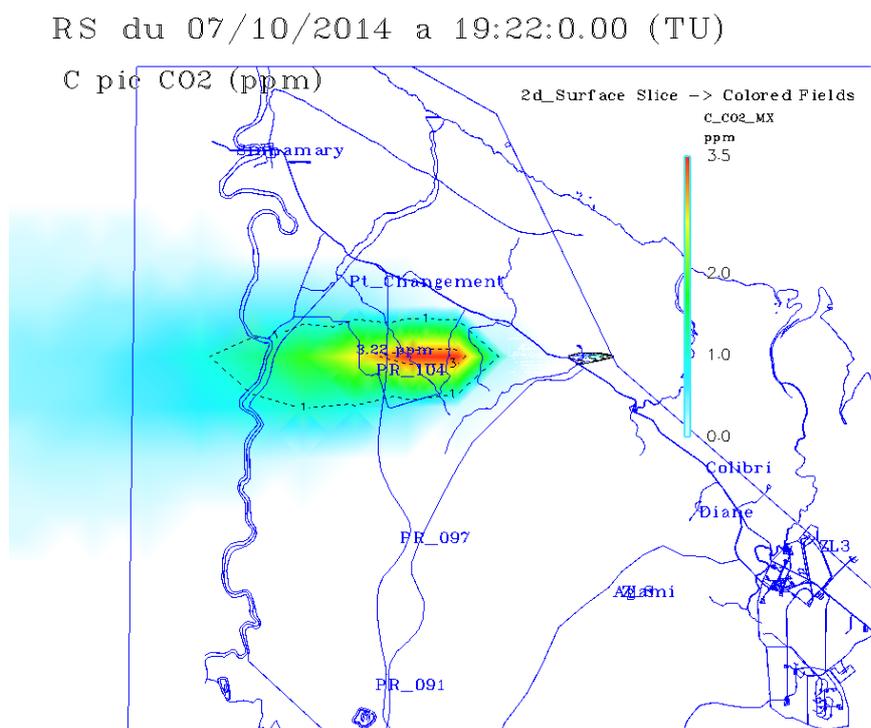


Figure 3 : Retombées en monoxyde de carbone en champ proche

RS du 07/10/2014 a 19:22:0.00 (TU)
SARRIM 4.4

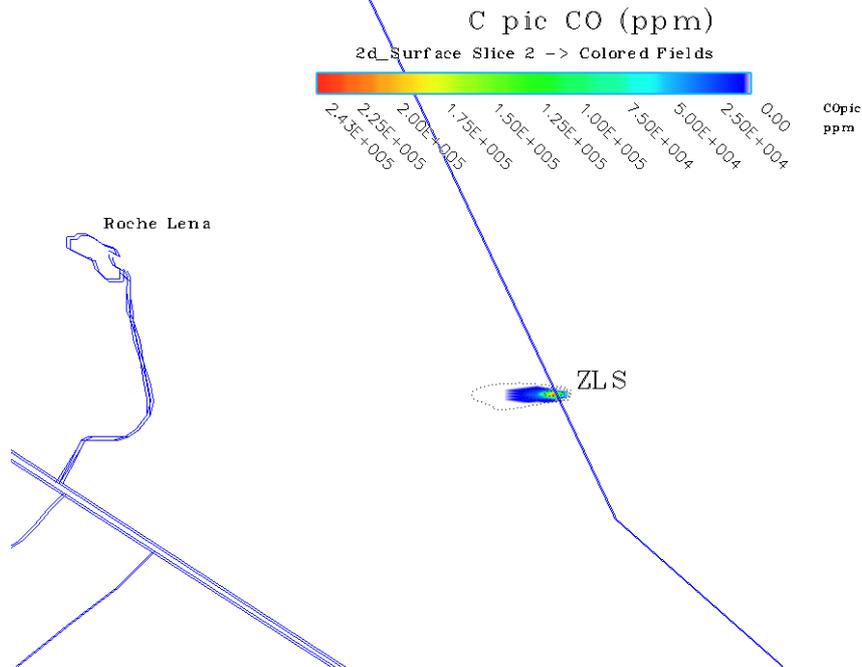
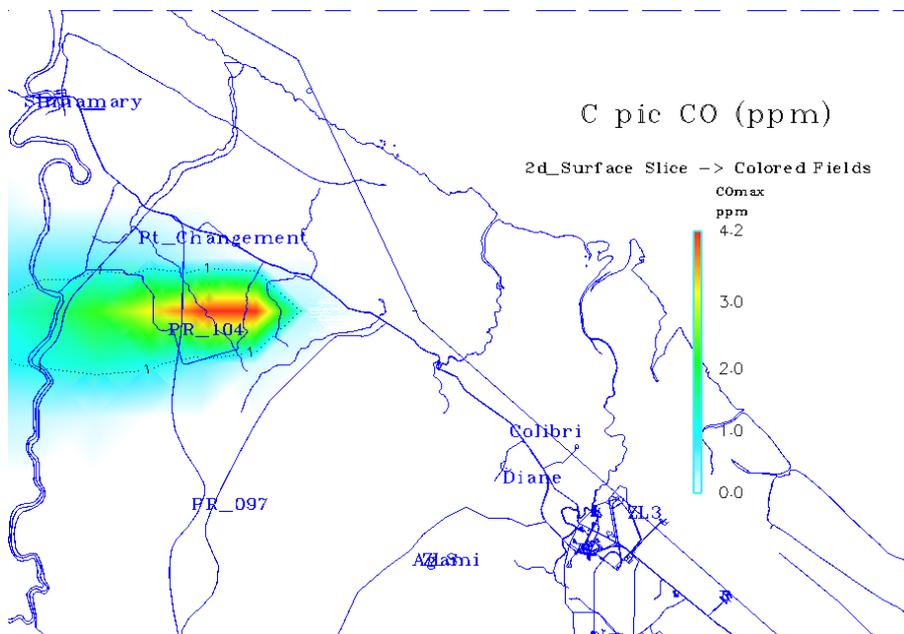


Figure 4 : Retombées en monoxyde de carbone en champ lointain

RS du 07/10/2014 a 19:22:0.00 (TU)
SARRIM 4.4



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

7.1. 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 :

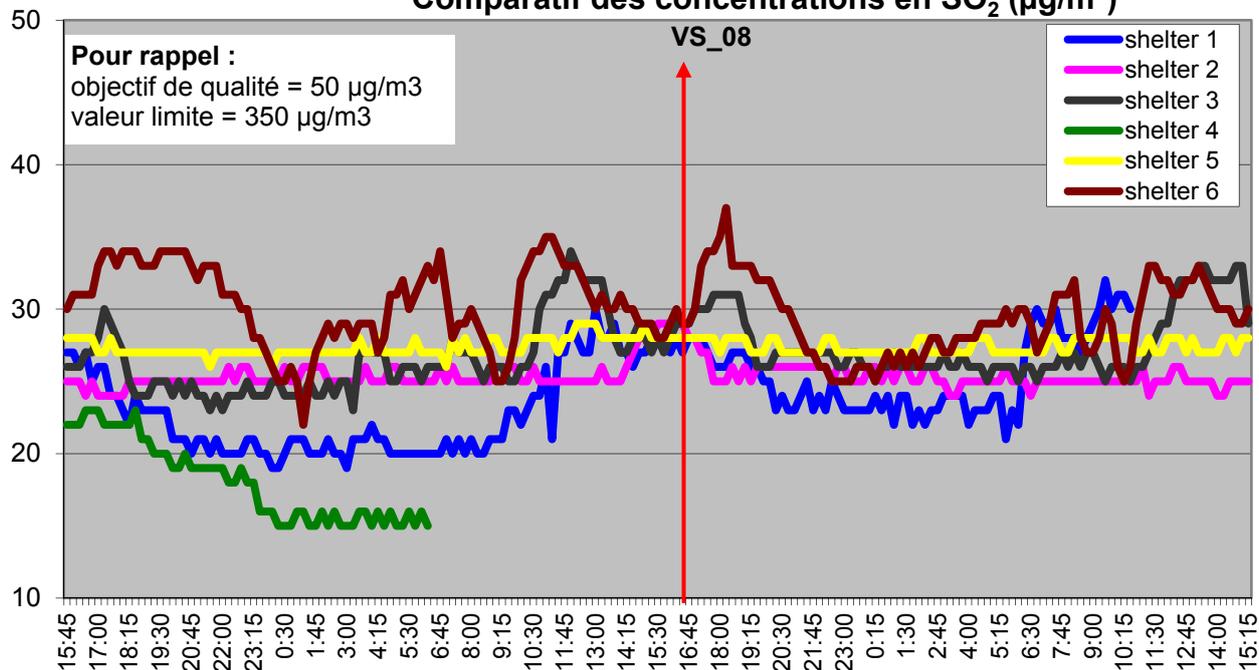
- Les analyseurs en continu de la marque ENVIRONNEMENT SA dont les points de mesures sont répartis sur les villes de Kourou et de Sinnamary, sur l'ensemble de lancement Soyuz ainsi qu'aux ELA,
- Les détecteurs de type SPM de la marque ZELLWEGER constituant le réseau CODEX.

7.2. Résultats des mesures

7.2.1. Résultats des analyseurs en continu ENVIRONNEMENT SA

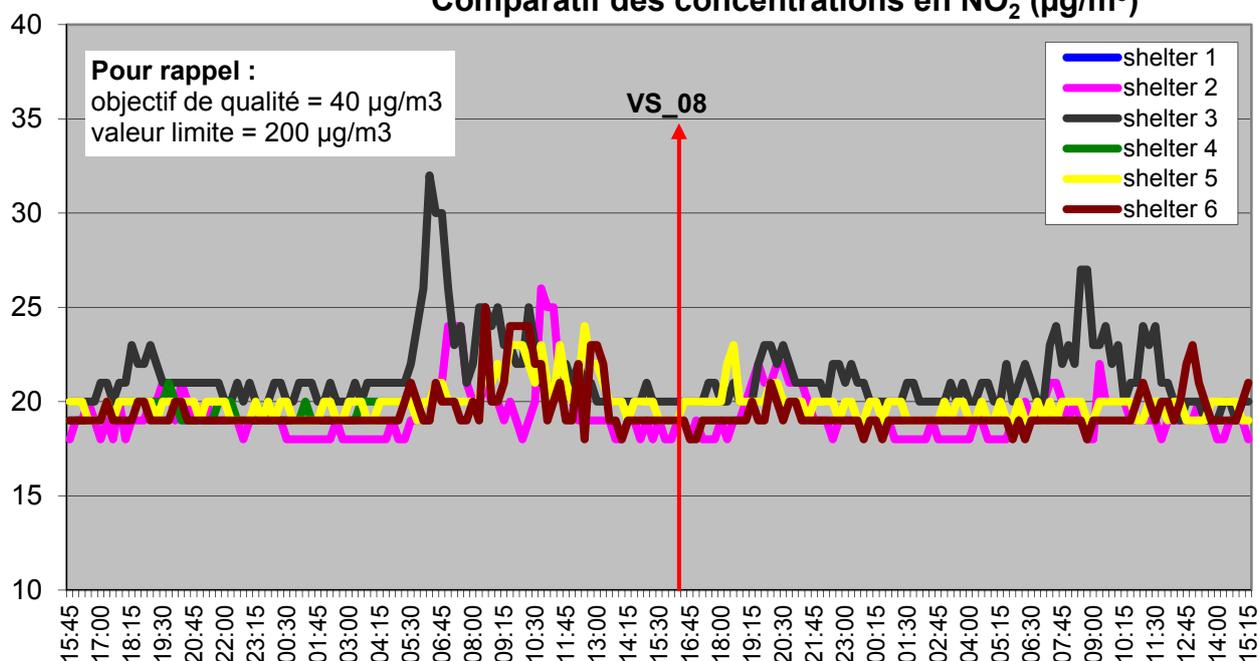
Les graphiques à la page suivante présentent, quant à eux, un comparatif des concentrations en produits de combustion à partir des résultats obtenus quelques heures avant et après le H0.

Comparatif des concentrations en SO₂ (µg/m³)



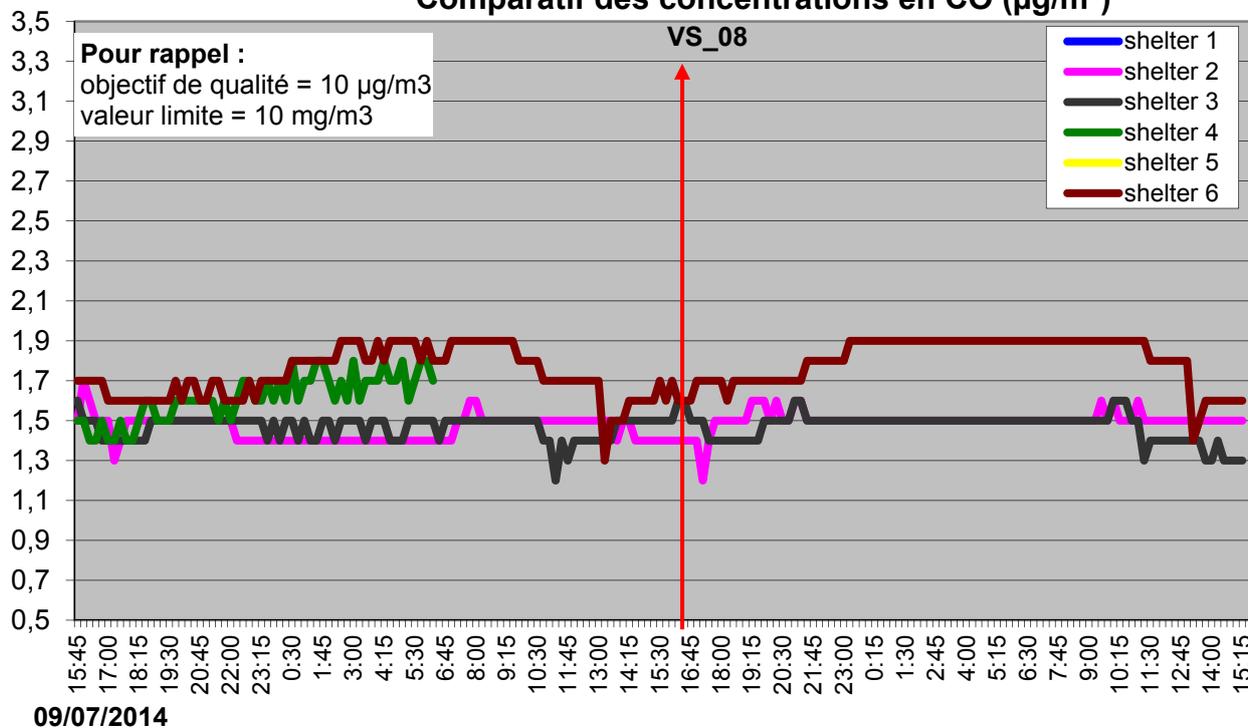
09/07/2014

Comparatif des concentrations en NO₂ (µg/m³)

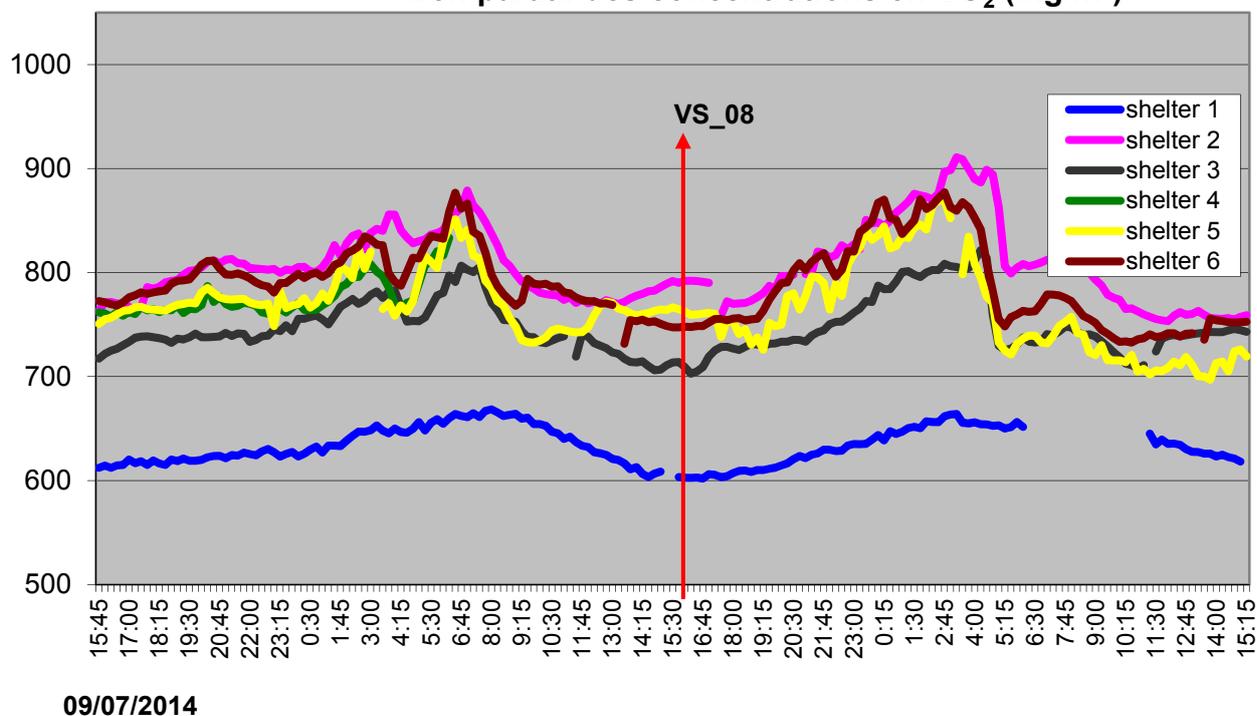


09/07/2014

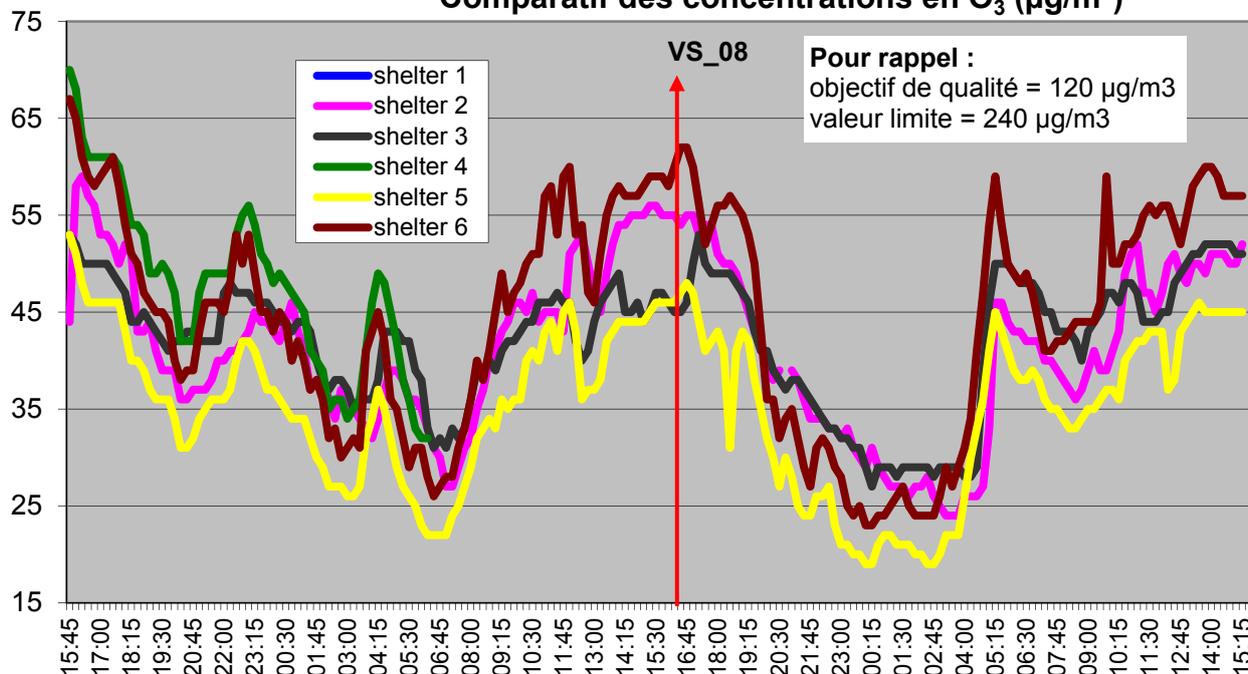
Comparatif des concentrations en CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Comparatif des concentrations en CO₂ (mg/m^3)

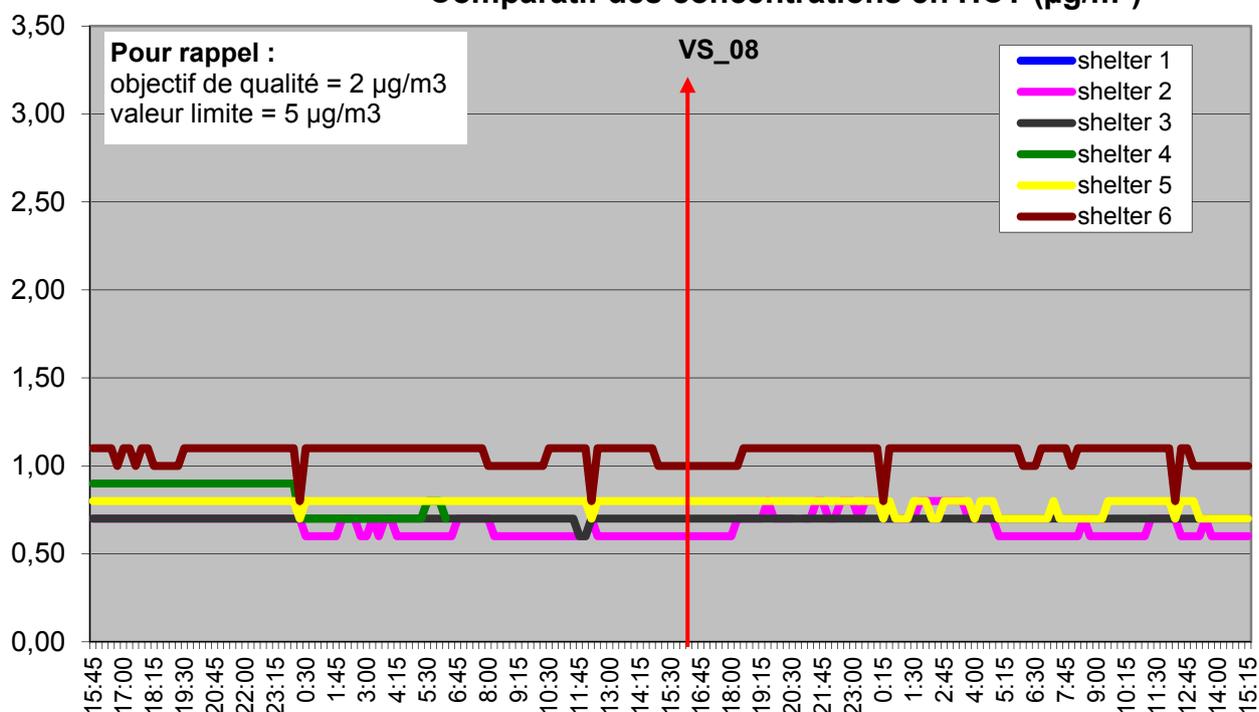


Comparatif des concentrations en O₃ (µg/m³)



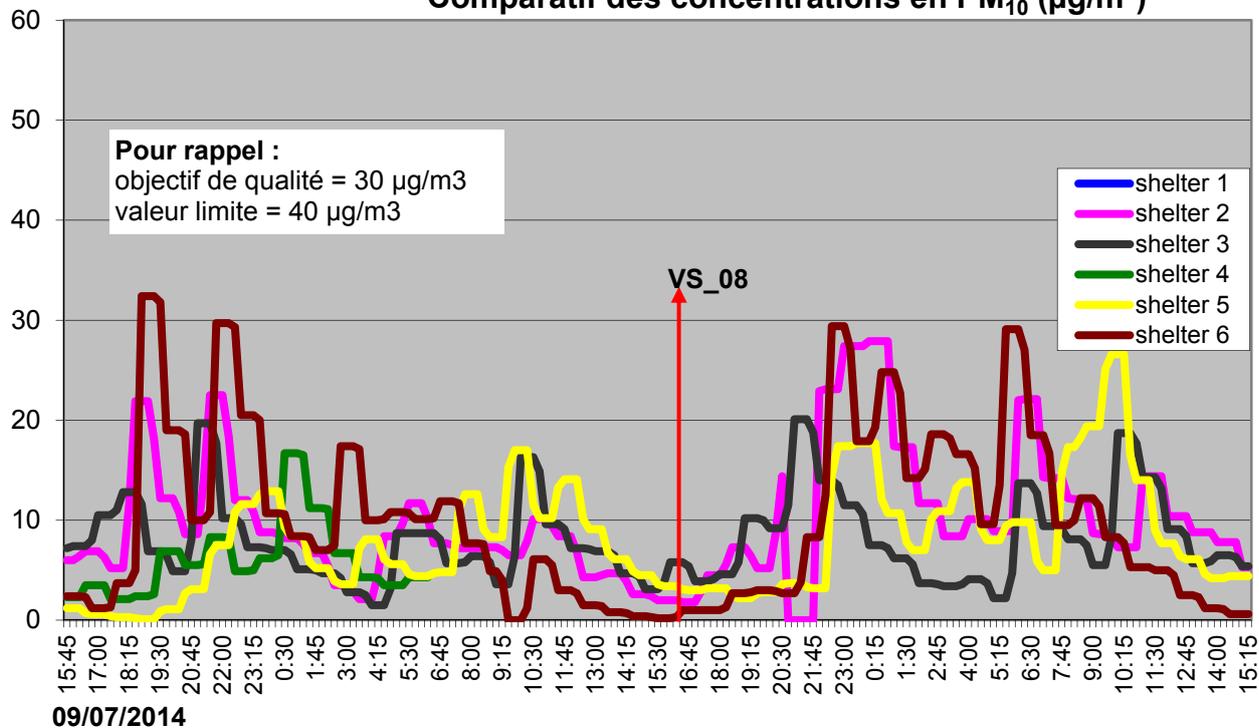
09/07/2014

Comparatif des concentrations en HCT (µg/m³)

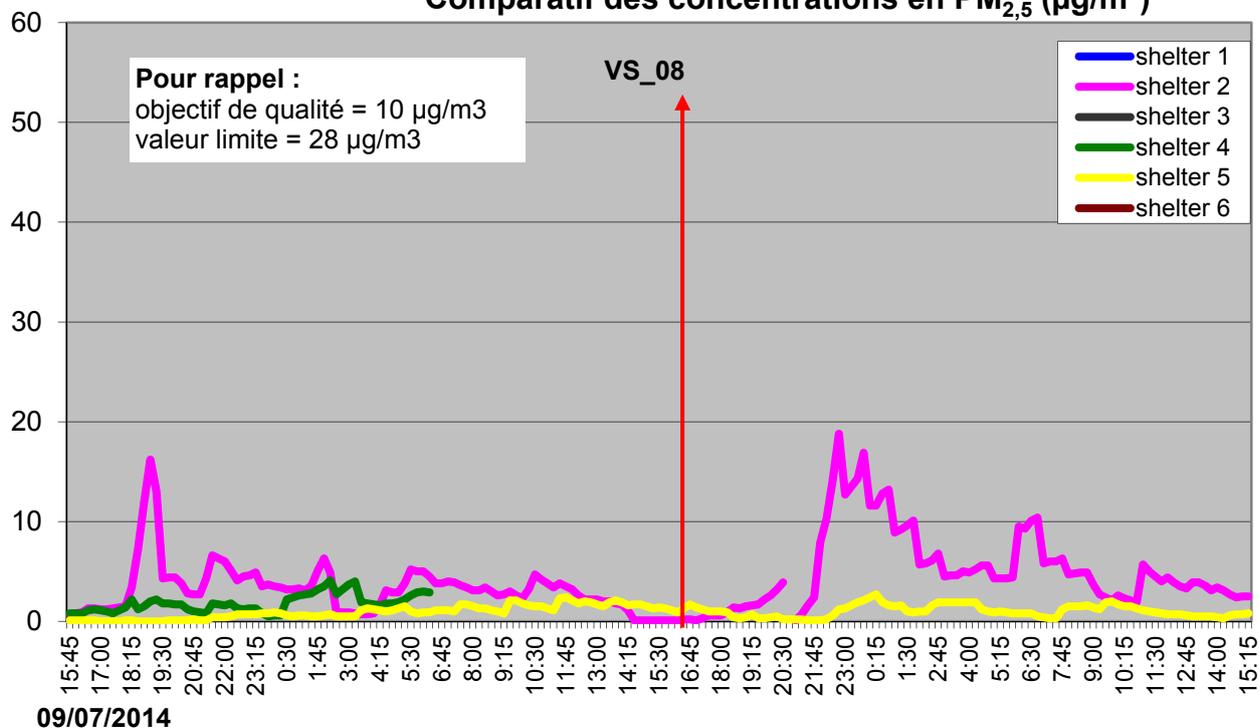


09/07/2014

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	HS	min	max	≈		
CO	HS		min	≈	HS	max
CO ₂	min	max		≈		
O ₃	HS			max≈	min	
HCT	HS	Min		≈		max
PM ₁₀	HS			≈	min	max
PM _{2,5}	HS	Max	HS	≈	min	HS

≈ : Valeur moyenne sur 15 H ≈≈ : Valeur moyenne sur 36 h

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des anomalies et des extrema pour chacun des paramètres suivis.

Remarque :

- 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.).
- *graphique SO₂* : on constate que le niveau moyen de SO₂ oscille entre 18,1 et 29,8 µg/m³ (concentration moyenne = 25,2 µg/m³). Les concentrations moyennes plus fortes sont mesurées au niveau du shelter n°6 implanté sur le bâtiment 3556 (à 750 mètres de la zone de lancement – point 3). Les concentrations les plus basses ont, quant à elles, été quantifiées sur le shelter n°4 (implanté à 190 mètres de la ZLS).
Par ailleurs, en champ proche, les niveaux enregistrés sont équivalents à ceux du champ lointain (écart de 3,2 µg/m³) en exception du shelter 6, que y li à enregistré des valeurs légèrement plus hautes pendant tout le période des mesures. Enfin, aucune augmentation de la teneur en dioxyde de soufre n'a été mise en évidence après le lancement.
Ainsi, on peut conclure que :
 - les analyseurs n'ont pas détecté d'apports particuliers en SO₂ imputables au lancement VS 08 ; 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 en dehors du territoire du CSG (Sinnamary – shelter 2) sont analogues à celles des points dans le périmètre du CSG. En effet, les concentrations moyennes de NO₂ enregistrées au niveau du shelter 2 est de 19,7 µg/m³ et sur l'ensemble des autres analyseurs la moyenne a été de 20,7 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]** et à l'objectif de qualité de l'air. Similairement aux observations réalisées précédemment. On peut conclure que les analyseurs n'ont pas détecté d'apports particuliers en NO₂ dû à l'activité de lancement. Les quantités détectées restent relatives au bruit de fond ambiant.
- graphique CO : L'ensemble des enregistrements en CO sont tous comparables entre eux et inférieur à la valeur limite et à l'objectif de qualité de l'air définis au **[DR4]**.
Les shelters du champ proche (4 et 6) ont des niveaux moyens de CO de 1,6 et 1,8 µg/m³, les teneurs moyennes du champ lointain atteignent 1,5µg/m³.
Par ailleurs, 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 : Des variations des concentrations en fonction du temps sont mises en évidence. Cela coïncide aux 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).
- graphique O₃ : Sur l'ensemble des capteurs, nous constatons que les teneurs d'ozone détectées n'augmentent pas après le H0. Les teneurs moyennes journalières sont équivalentes sur l'ensemble de la période de mesure.
Par conséquent, la présence d'ozone n'est pas attribuable au nuage de combustion de Soyuz. Les variations observées suivent une dynamique « naturelle » de variation des concentrations avec le temps (variation nyctémérale). 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) : L'ensemble des mesures concernant les hydrocarbures totaux est homogène quel que soit le point de mesure, intérieure soit extérieure le périmètre du CSG. Les analyseurs ont enregistrées le bruit de fond ambiant
- graphique PM₁₀ : Pour rappel, l'analyseur du shelter 1 a été hors service pendant toute la durée des mesures.
Des PM₁₀ ont été détectées en très fortes concentrations (dépassant l'objectif de qualité et la valeur limite) à niveau de la ZLS (shelter 6). Ce phénomène a été de faible quantité et durée. Les hauts niveaux registrés pour tous les shelter à partir de 20h du 05/07 sont la conséquence d'apports naturels particulièrement importants. Compte tenu de ces très forts apports naturels, nous ne pouvons pas distinguer la contribution potentielle de V S08 et en conclure quant à l'impact de la « trace » de combustion.
- graphique PM_{2,5} : A noter que seul l'analyseur des shelters 2, 4 à 6 ont fonctionné régulièrement, les autres ont été hors de service sur toute la période de mesure. Par contre les niveaux des PM_{2,5} sont compatibles avec les conclusions relatives aux PM₁₀

- Pour rappel, les résultats des simulations SARRIM (présentés au *paragraphe 6*) montrent que la « trace » de combustion s'est dirigée vers le point kilométrique 104 de la RN1. Cette direction ne peut pas être corrélée avec les mesures des analyseurs en continu car aucun appareil n'a quantifié d'apports significatifs en polluants suite au vol VS08. Par ailleurs, les concentrations maximales ont été mesurées :
 - sur des sites différents selon les composés contrôlés,
 - dans des lieux qui ne sont pas forcément sous le vent de l'ELS (Kourou par exemple).

7.2.2. Comparaison des résultats de VS08 aux résultats de VS 01 à VS 07

Les histogrammes et les *Tableau 5* et *8* présentent un comparatif global des concentrations moyennes en produits de combustion à partir des résultats enregistrées quelques heures avant le H0.

Tableau 5 : Synthèse des résultats moyens de VS08 par rapport aux vols VS01 à VS07 en champ proche

		Concentrations moyenne sur 48h								Ecart type (σ) sur 48h								
		SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (mg/m^3)	CO ₂ (mg/m^3)	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HCT (mg/m^3)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	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	HS	7,3	HS	1,77	5,31	0,09	61,54	11,12	0,60	6,68	N.A.
		V S02	26,1	20,8	1,5	794,3	HS	HS	18,2	7,9	3,14	2,62	0,07	48,21	16,69	0,54	9,89	7,47
		V S03	20 *	20 *	1,4 *	722,2 *	53,9 *	1 *	10,5 *	2 *	2,13	0,93	0,10	52,09	1,06	0,08	9,87	N.A.
		V S04	29,5	20,7	1,1	779,5 *	46,5	0,4	11,3	4,3	14,81	10,41	0,58	73	24,19	0,20	8,44	4,52
		V S05	29,22	20,1 *	1,2 *	HS	50,6 *	1,0 *	11,9 *	4,3 *	1,30	0,33	0,25	N.A.	14,74	0,07	6,63	3,99
		V S06	31,3 *	18,2 *	1,9 *	723,6 *	74,9 *	0,8 *	20,3 *	3,5 *	2,33	0,41	0,22	49,71	6,29	0,01	12,04	9,79
		V S07	22,4 *	18,1 *	1,6 *	795,3	57,0 *	0,7 *	22,5 *	13,8 *	0,72	0,40	0,07	4,41	0,92	0,02	8,34	5,38
		V S08	18,1 *	19,8 *	1,6 *	775,6 *	47,8 *	0,8 *	6,0 *	1,8 *	2,80	0,50	0,10	18,00	9,10	0,10	3,80	0,90
	shelter n°5 : zone de dépotage PHHC	V S01	27,2	20,40	1,80	789,10	36,10	0,50	HS	HS	3,20	1,02	0,18	82,54	9,73	N.A.	N.A.	N.A.
		V S02	22,8	17,3	1,7	763,6	22,3	0,9	22,1	HS	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
		V S03	26,8	20,5	2,1	756,6	35,6	1,2	HS	HS	2,16	1,13	0,07	57,64	11,15	0,65	13,66	3,75
		V S04	27,8	20,3	2,1	746,2	39,9	1,0	7,3	HS	0,94	0,91	0,18	82,52	10,29	0,07	5,77	N.A.
		V S05	26,4 *	20,0 *	2,0 *	HS	39,9 *	1,1 *	17,9 *	4,6 *	0,98	1,43	0,13	0,13	8,79	0,07	16,94	7,59
		V S06	25,6	19,8	1,8	750,8	57,3	1,0	23,4	3,4	1,17	0,64	0,13	63,91	1,27	0,04	12,25	0,00
		V S07	26,3	20,2	HS	718,7	47,1	0,8	18,6	4,0	0,96	1,07	N.A.	63,90	3,54	0,05	7,66	N.A.
		V S08	27,4	20,2	HS	767,0	35,3	0,8	7,9	1,0	0,60	1,30	N.A.	38,30	8,40	0,00	5,60	0,60
	shelter n°6 : zone de stockage PHHC	V S01	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
		V S02	27,1	14,8	1,5	762,1	46,6	HS	23,6	5,4	3,24	1,43	0,07	31,84	1,43	N.A.	N.A.	N.A.
		V S03	HS	16,1 *	1,4 *	644,1 *	43,1 *	1,4 *	67,1 *	HS	0,93	1,39	0,09	75,92	8,09	0,58	7,17	N.A.
		V S04	27,3	20,4	1,8	735,049	45,1	1,0	24,9	HS	1,59	1,84	0,11	80,80	12,17	0,26	15,84	N.A.
		V S05	HS	HS	1,0 *	HS	HS	HS	18,9 *	HS	N.A.	N.A.	0,06	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
		V S06	25,1	18,8	1,6	710,8	HS	0,9	23,4	HS	1,37	0,64	0,13	63,91	1,27	0,04	12,25	N.A.
		V S07	21,0	19,1	1,8	712,2	60,8	1,1	13,6 *	HS	2,44	1,07	0,13	63,90	3,54	0,05	7,66	N.A.
		V S08	29,8	19,8	1,8	789,1	44,7	1,1	9,8	HS	2,80	1,20	0,10	37,30	11,60	0,10	8,70	N.A.

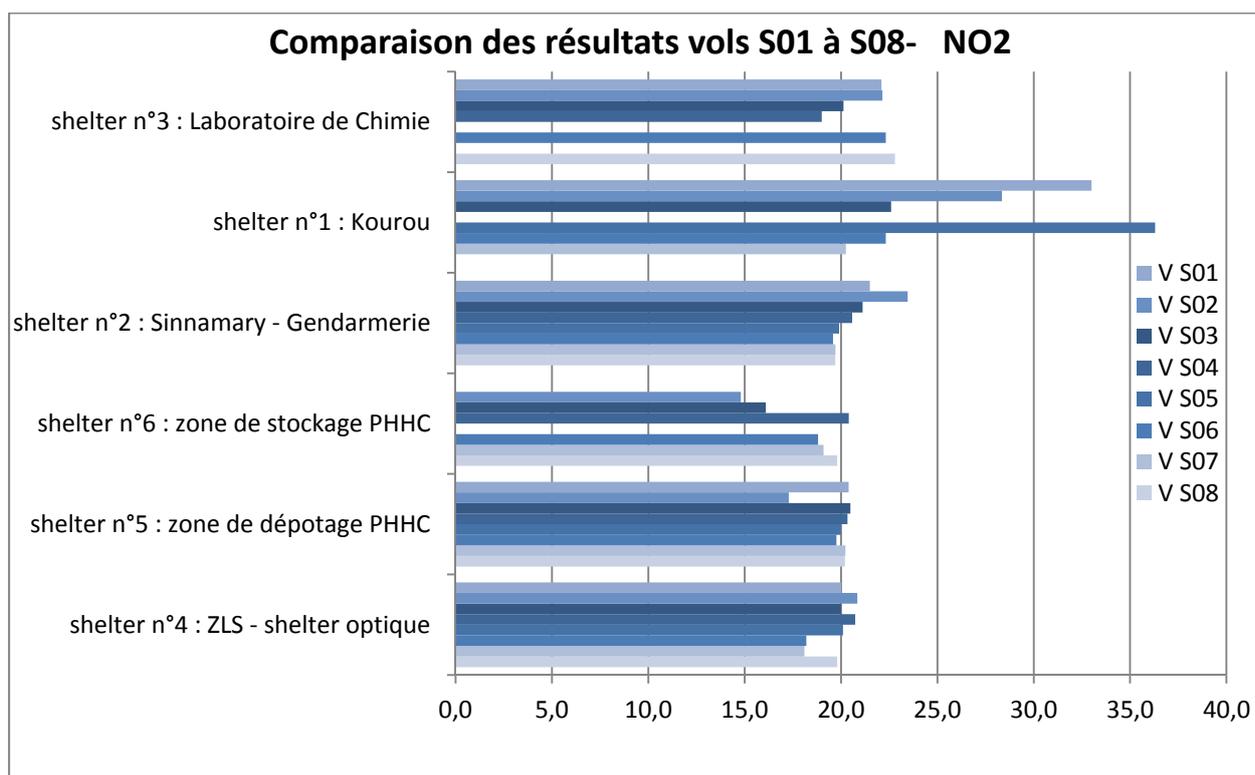
* Série de données incomplète

Tableau 8 : Synthèse des résultats moyens de VS08 par rapport aux vols VS01 à VS07 en champ moyen et lointain

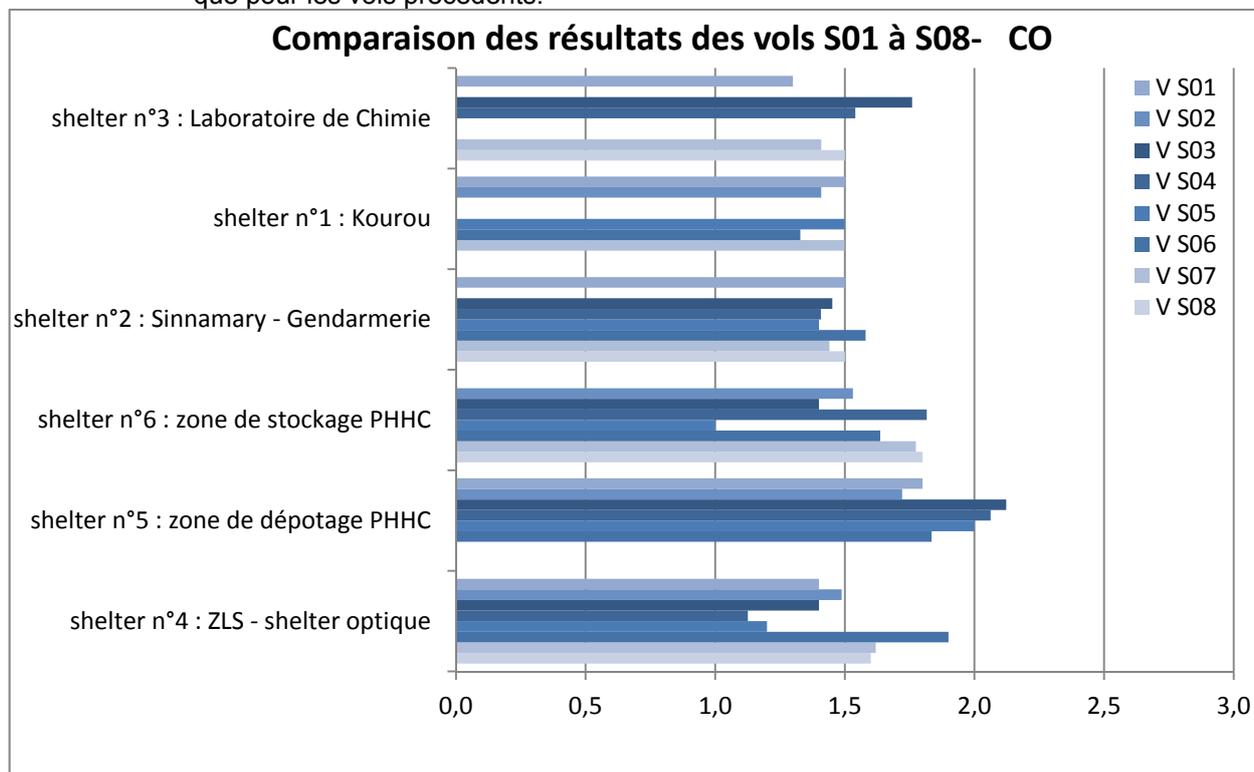
			Concentrations moyenne sur 48h								Ecart type (σ) sur 48h							
			SO ₂	NO ₂	CO	CO ₂	O ₃	HCT	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂	CO	CO ₂	O ₃	HCT	PM ₁₀	PM _{2,5}
			($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(mg/m^3)	(mg/m^3)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(mg/m^3)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
champs moyen & lointain	shelter n°2 : Sinnamary - Gendarmerie	V S01	27,3	21,5	1,5	850,7	35,5	HS	11,1	4,7	1,20	1,10	0,16	87,46	9,45	0,17	7,18	17,92
		V S02	26,4	23,5	HS	HS	40,8	HS	HS	HS	HS	3,06	0,12	100,41	10,08	N.A.	12,08	5,66
		V S03	26,6	21,1	1,5	747,0	37,2	HS	HS	HS	4,12	2,31	N.A.	N.A.	10,18	N.A.	0,00	N.A.
		V S04	32,3	20,6	1,4	804,4	28,0	1,3	20,3	5,7	12,92	8,24	0,56	321,67	11,29	0,53	8,39	2,92
		V S05	28,8 *	19,9 *	1,4 *	HS	42,6 *	0,4 *	22,8 *	10,7 *	1,74	1,42	0,06	N.A.	N.A.	0,18	20,92	13,16
		V S06	25,8	19,6	1,6	765,4	45,9	1,3	20,8	6,6	1,25	0,91	0,10	70,81	6,58	0,05	10,31	8,42
		V S07	26,2	19,7	1,4	806,4	43,4	0,6	21,6	9,8	1,19	4,67	0,11	93,90	7,74	0,07	11,05	4,90
		V S08	25,3	19,7	1,5	806,3	41,6	0,7	9,8	4,2	2,10	2,00	0,10	37,40	8,70	0,10	6,40	3,50
	shelter n°1 : Kourou	V S01	27,4	33,0	1,5	816,7	34,5	3,5	9,2	HS	0,94	6,21	0,09	75,99	8,04	0,58	6,97	N.A.
		V S02	26,4	28,4	1,4	741,7	38,1	1,6	19,4	HS	0,85	2,23	0,05	27,77	11,77	0,15	7,63	N.A.
		V S03	30,8	22,6	HS	HS	27,1 *	HS	41,5 *	HS	15,38	9,79	N.A.	N.A.	6,11	N.A.	26,23	N.A.
		V S04	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
		V S05	28,7	36,3	1,5	746,1	26,8	2,1	21,9	HS	1,97	1,55	0,36	68,35	0,82	0,08	5,13	N.A.
		V S06	28,1	22,3	1,3	768,9	HS	HS	35,3	HS	1,46	0,72	0,10	1114,83	0,28	0,27	10,78	N.A.
		V S07	28,3	20,3	1,5	726,1	25,9	HS	22,0	HS	2,10	4,29	0,12	112,19	0,74	2,27	9,70	N.A.
		V S08	23,9 *	HS	HS	633,2	HS	HS	HS	HS	3,2	N.A.	N.A.	18,3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	shelter n°3 : Laboratoire de Chimie	V S01	HS	22,1	1,3	814,7	34,6	HS	12,9	3,9	0,00	1,63	0,12	100,69	10,02	0,00	11,49	2,13
		V S02	23,2	22,1	HS	HS	41,4	HS	HS	HS	4,12	2,31	N.A.	N.A.	10,18	N.A.	0,00	N.A.
		V S03	HS	20,1	1,8	HS	40,6	HS	HS	HS	N.A.	1,08	0,19	N.A.	8,90	N.A.	N.A.	N.A.
		V S04	26	19	1,5	808,5	37,9	HS	17,1	HS	12,18	8,92	0,72	383,97	19,19	0,00	9,89	N.A.
		V S05	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
		V S06	20,8	22,3	HS	751,1 *	63,2	0,9	16,1	4,6 *	4,88	0,72	N.A.	69,91	6,67	0,03	8,39	12,55
		V S07	26,7	HS	1,4	755,0	48,5	0,8	HS	0,2	6,34	20,82	0,18	86,27	7,50	0,02	N.A.	1,10
		V S08	27	22,8	1,5	747,9	42,1	0,7	8	HS	2,5	1,9	0,1	26,8	6,8	0	4,3	N.A.

* Série de données incomplète

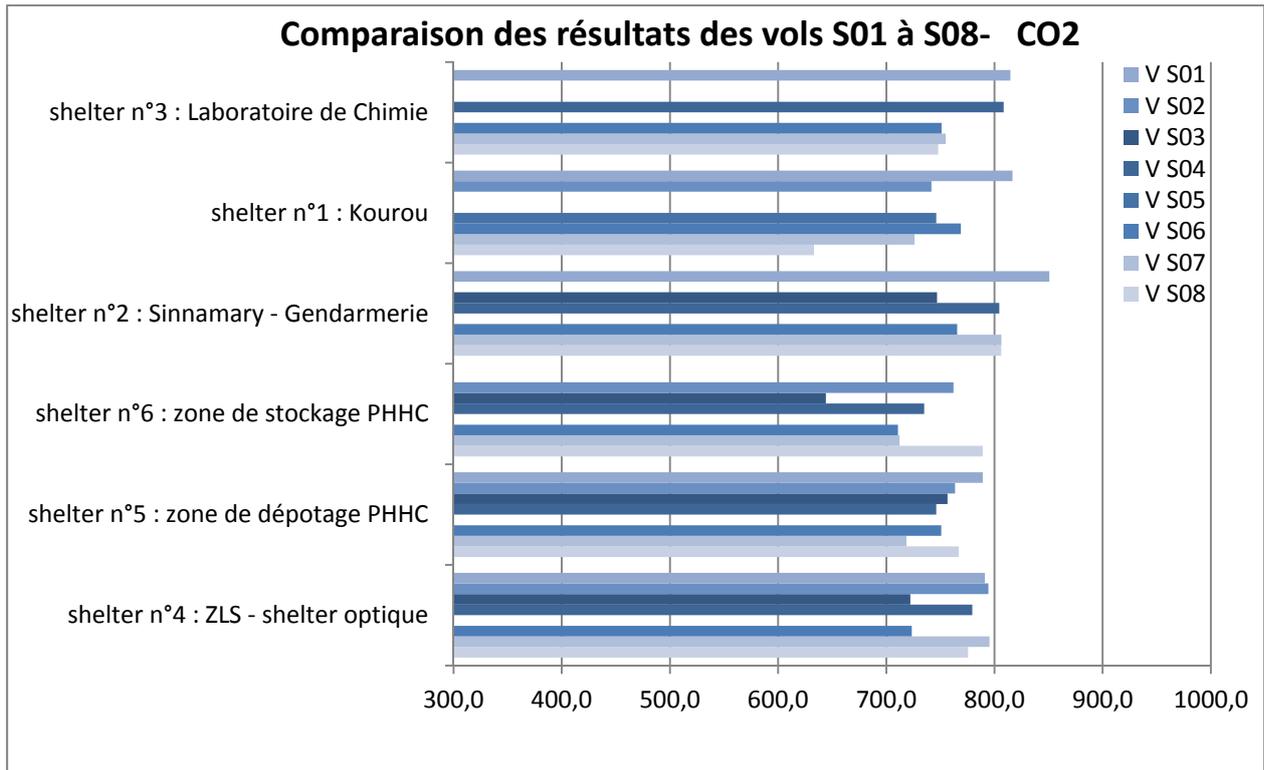
- NO₂ : Pour ce lancement, on constate que les concentrations moyennes sont stables d'un site à l'autre. Les capteurs n'ont pas détecté d'apports particuliers en NO₂ attribuables au lancement V S08; les quantités détectées constituant le bruit de fond ambiant.



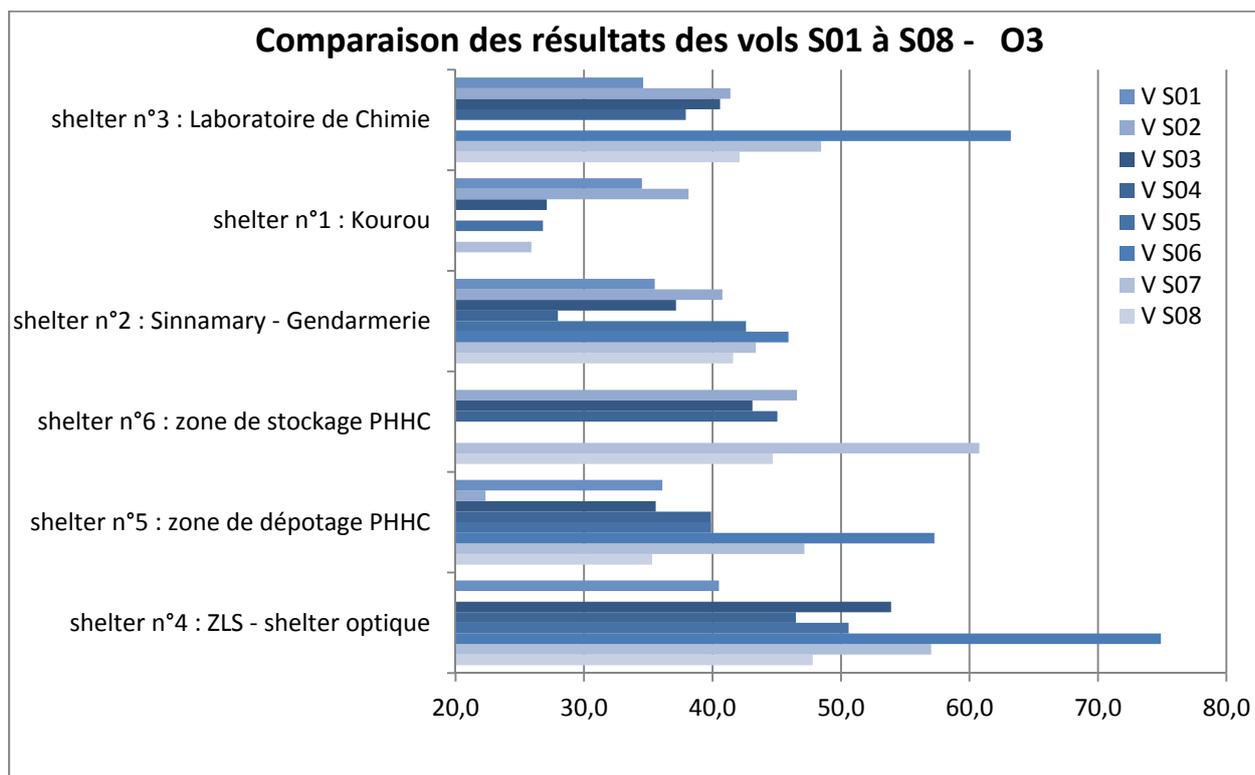
- CO : De faibles variations de concentrations sont à noter entre VS08 et les autres vols. Nous pouvons donc conclure que les analyseurs ont détecté les mêmes concentrations que pour les vols précédents.



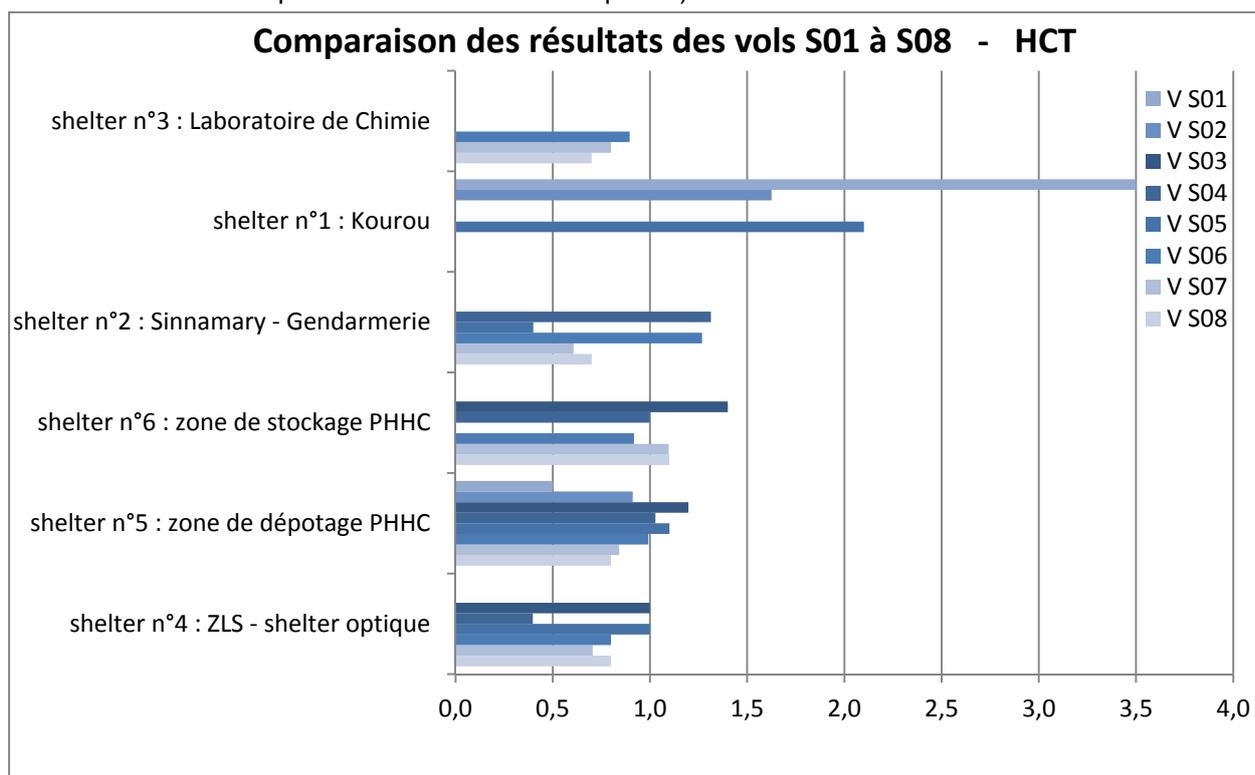
- CO₂ : Les teneurs de CO₂ mesurées lors de V S08 sont comparables avec celles des vols Soyuz précédents sur tous les points de mesure. Les écarts enregistrés ne sont donc pas attribuables au lancement V S08.
Par ailleurs les analyseurs positionnés en champ proche ont mis en évidence les mêmes teneurs en dioxyde de carbone que les précédents lancements.



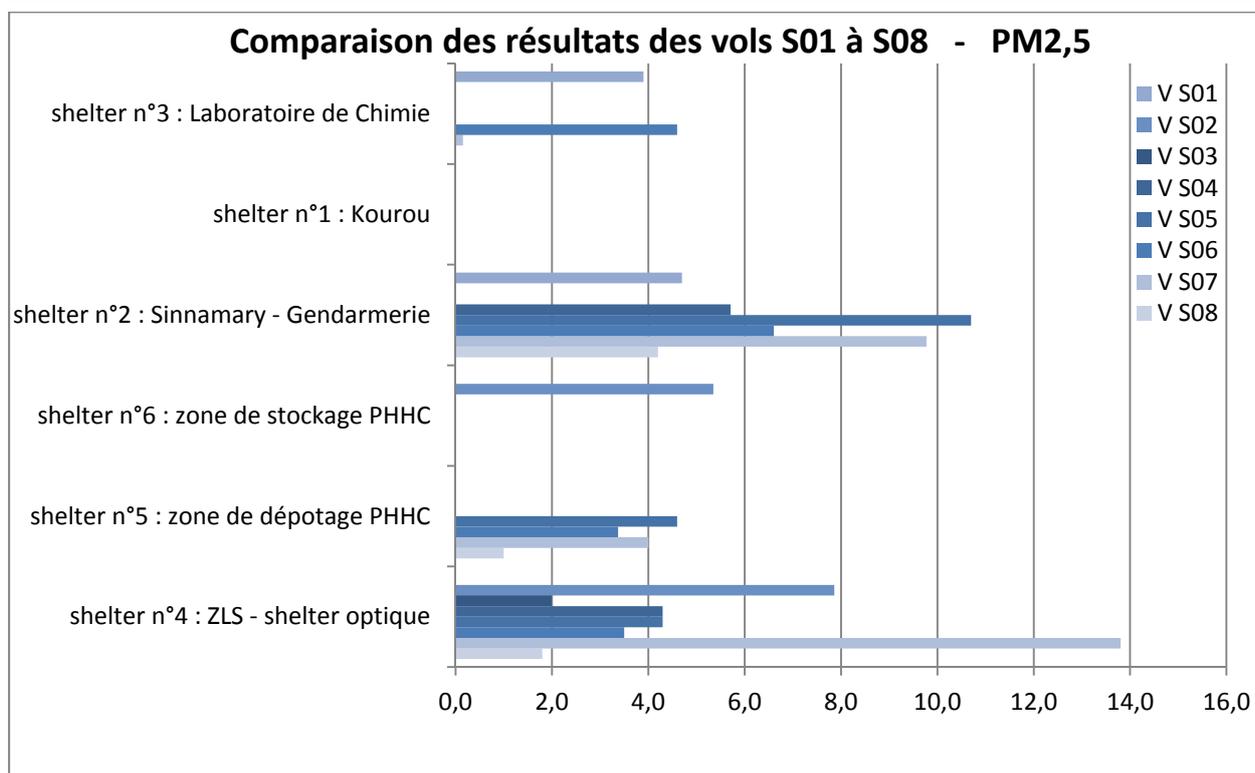
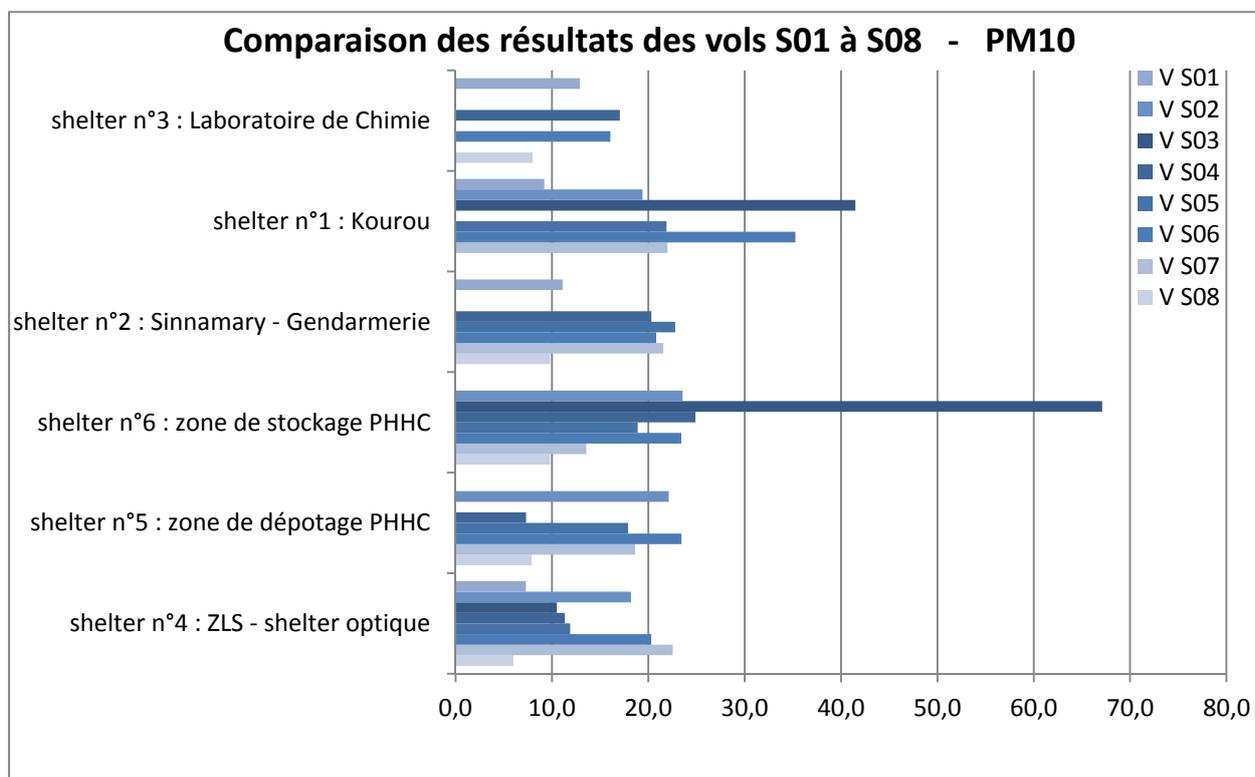
- O_3 : On note que les teneurs en O_3 enregistrées pour cette campagne sont variables en champ proche, comme en champ lointain. Ces disparités semblent être dues à la spécificité du processus de formation de l'ozone (polluant « photochimique »).



- Les hydrocarbures : Les résultats pour chaque shelter sont comparables avec les résultats précédents. 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 concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5} sont comparables d'un vol à l'autre. Les fortes valeurs en PM₁₀ lors du V S03 semblent incohérentes.



7.2.3. 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 car il n'y a pas eu de fonctionnement dégradé du lanceur.

8. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR SOYUZ VOL S08

La surveillance de la qualité de l'air 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 nycthémérales (dynamique « naturelle » de variations),
- 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 par les résultats des analyseurs en continu. 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.

Enfin, la comparaison des résultats obtenus suite au lancement V S08 à ceux précédents 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.